

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-323157

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 11-133755

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 14.05.1999

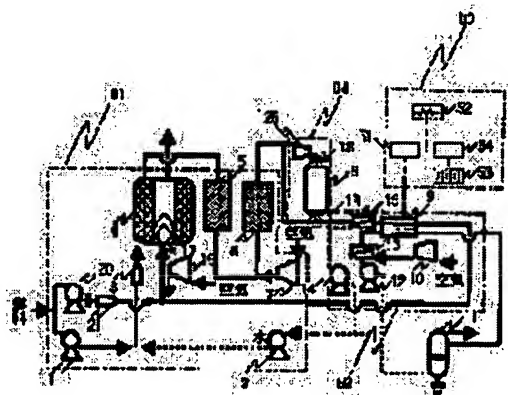
(72)Inventor : MITSUSHIMA SHIGENORI
YAMAGA MASASHI
IMAHASHI JINICHI
KAMO YUICHI

(54) FUEL CELL POWER GENERATION SYSTEM AND CONTROL METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system responding to a rapid load variation with a just enough fuel and provided with a compact shock-absorbing tank.

SOLUTION: The fuel cell system is provided with a fuel gas-manufacture means B1 for converting a fuel, i.e., a compound containing a carbon and a hydrogen to a fuel gas containing a hydrogen in a refining reactor 4; a fuel cell 9 in which cells including a pair of electrodes and an ion conductive electrolyte disposed on the electrodes; and a shock-absorbing tank 8 for storing the fuel gas between the fuel gas-manufacture means and the fuel cell. A generation is carried out using the fuel gas manufactured in the fuel gas manufacture means as a fuel of the fuel cell and the system is connected to a load through an inverter 51. In this case, a fuel gas pressure at an outlet of the fuel gas-manufacture means is higher than an operation pressure of the fuel cell.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	14.05.1999
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3220438
[Date of registration]	10.08.2001
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A fuel gas manufacture means to change a fuel of a compound containing carbon and hydrogen into fuel gas which contains hydrogen within a reforming reactor, A fuel cell which carried out the laminating of the cel containing an electrode of a pair, and an electrolyte of ion conductivity arranged to this inter-electrode one, A snubber which stores fuel gas between said fuel gas manufacture means and said fuel cells is formed. In a fuel cell generation-of-electrical-energy system which generates electricity using fuel gas manufactured with a fuel gas manufacture means as a fuel of a fuel cell, and is connected with a load through an inverter A fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by a fuel gas pressure of an outlet of said fuel gas manufacture means being higher than working pressure of said fuel cell.

[Claim 2] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 1 with a fuel gas pressure of an outlet of said fuel gas manufacture means higher 1kg/cm² or more than working pressure of said fuel cell.

[Claim 3] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 2 which adjusts the amount of fuel gas stored in said snubber using differential pressure of an outlet pressure of said fuel gas manufacture means, and working pressure of said fuel cell.

[Claim 4] A fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by providing the following A fuel gas manufacture means to change a fuel of a compound containing carbon and hydrogen into fuel gas which contains hydrogen within a reforming reactor A fuel cell which carried out the laminating of the cel containing an electrode of a pair, and an electrolyte of proton conductivity arranged to this inter-electrode one A snubber which stores fuel gas between said fuel gas manufacture means and said fuel cells is formed. In a fuel cell generation-of-electrical-energy system which generated electricity using fuel gas manufactured with a fuel gas manufacture means as a fuel of a fuel cell, and was connected with a load through an inverter A load demand detection means, a pressure detection means of said snubber, an outlet hydrogen flow rate detection means of said fuel gas manufacture means, As opposed to a load effect which has an outlet

hydrogen flow rate detection means of a fuel cell, and said each detection means depends as a result of detection And said snubber, A controller which sends a control signal doubled with said inverter and said each control means at a speed of response of said fuel gas manufacture means so that a reference value of the amount of fuel gas which predicts the amount of fuel gas stored in said snubber, and is stored in this snubber might be approached

[Claim 5] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 4 which defines a reference value of the amount of fuel gas stored in said snubber according to the load amount required.

[Claim 6] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 4 whose reference value of the amount of fuel gas stored in said snubber is 40 to 85 capacity [of the amount of the maximum fuel gas stored in said snubber] %.

[Claim 7] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 4 characterized by to perform control doubled with a speed of response of said fuel gas manufacture means so that an accumulation-of-electricity means to have a means to detect the amount of accumulation of electricity might be connected to a fuel cell and juxtaposition through the 2nd inverter and said controller might approach control of said 2nd inverter to a load effect, and a reference value of the amount of accumulation of electricity stored in said accumulation-of-electricity means.

[Claim 8] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 1 or 4 filled up with 20 - 85% of hydrogen storing metal alloy of volume of said snubber.

[Claim 9] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 8 which was equipped with the heat exchange section in which a refrigerant circulates in said fuel cell and a snubber, constituted a cooler style from the heat exchange section in said fuel cell, the heat exchange section in said snubber, a radiator, and a pump for refrigerants, and was constituted so that a refrigerant might circulate through this enclosure of a condensator in order of the heat exchange section in said fuel cell, the heat exchange section in said snubber, and a radiator.

[Claim 10] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 8 by which said hydrogen storing metal alloy contains more than lanthanum 3% and more than nickel 50% with a mole fraction.

[Claim 11] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 4 which has bypass piping which connects an entrance and an outlet of said snubber.

[Claim 12] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 11 which collects differences of a fuel gas pressure of an outlet of said fuel gas manufacture means, and working pressure of said fuel cell as power, and sends air to an air pole of said fuel cell with this power.

[Claim 13] A fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 11 or 12 which prepared the 2nd bypass piping to piping linked to a combustor within said fuel gas manufacture means from said snubber.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the fuel cell generation-of-electrical-energy system equipped with the snubber for answering a load effect with respect to the fuel cell generation-of-electrical-energy system possessing a hydrogen manufacturing installation.

[0002]

[Description of the Prior Art] A fuel cell generation-of-electrical-energy system consists of a fuel system which supplies fuel gas to the fuel cell of the structure which carried out the laminating of the electrode-electrolyte zygote which has arranged the electrode of a pair to the both sides of the electrolyte film of ion conductivity through the separator of the electrical conductivity equipped with reactant gas passage, and a fuel cell, and an air processing subsystem which supplies oxidizer gas.

[0003] Since operating at low temperature comparatively and energy density are high, generally the polymer electrolyte fuel cell using the solid electrolyte of proton conductivity is used for a use from which loads, such as a mobile power supply, and a power supply are set to 1 to 1 as an electrolyte film.

[0004] As a fuel system, alcohol, such as hydrocarbons, such as the compound containing carbon and hydrogen, for example, methane etc., and a methanol, is used as a fuel, and it is used, and the hydrogen manufacturing installation by the reaction which compounded steam reforming or partial oxidation, and steam reforming and partial oxidation is equipped with the means which removes the carbon monoxide in the reformed gas which carried out steam reforming, and supplies refined reformed gas to a fuel cell.

[0005] Since a steam-reforming reaction is endothermic reaction, steam-reforming equipment is equipped with the combustor as a heat source.

[0006] A fuel is directly supplied to a combustor, or the residual hydrogen in the fuel exhaust gas of a fuel cell is supplied, is burned, and it considers as a heat source. As a combustor, there are a method using a fuel and the catalyzed combustion machine which can burn the fuel exhaust gas of a fuel cell, and a method using a combustor equipped with the object for direct combustion of a fuel and two burner heads for fuel-cell-fuel exhaust gas combustion, and the quantity of heat which runs short by the quantity of heat of fuel-cell-fuel exhaust gas is covered with direct combustion of a fuel.

[0007] In the generation-of-electrical-energy system which cooperated to electric power system, since many loads exist and each is changed independently, the response to a rapid load effect which is referred to as that a generation-of-electrical-energy side must supply rated power by the time amount for 1 or less s as the whole is not required.

[0008] On the other hand, since a load and generation of electrical energy side is set to 1 to 1 in a mobile power supply, for example, a use like an electric vehicle, the response to the rapid load effect for about 100ms is needed. Such a load speed of response of a fuel cell system is governed by the speed of response of the hydrogen supplied to a fuel cell. the business time amount in which a steam-reforming machine carries out a load response -- a divisor -- it is about 10 seconds.

[0009] As a means for a fuel cell generation of electrical energy system to answer to rapid fluctuation of an external load, it considers as a hybrid system with accumulation of electricity means, such as a rechargeable battery system, and the way an accumulation of electricity means supplies power directly to the rapid increment in a load, the method of installing a snubber and supplying hydrogen to a fuel cell to a rapid load effect so that it may be indicated by JP,9-266006,A and JP,9-306531,A, etc. are proposed as indicated by JP,5-151983,A.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the above accumulation of electricity means cause the remarkable increment in weight, and reduce effectiveness and portability remarkably.

[0011] On the other hand, in order to drive the fuel cell of 30kW class in the case of a fuel cell generation of electrical energy system equipped with a snubber, about 400l. the reformed gas for /or, and about 200l. the hydrogen gas for /is needed. That is, even when the reformed gas which must be held since a fuel cell will be driven for 1 minute if a 5l. tank is used takes out only hydrogen from 80 atmospheric pressures and reformed gas, 40 atmospheric pressures are needed.

[0012] Although the fuel in a snubber is emitted when a load increases, when loads decrease in number, it is necessary to store a fuel in a snubber, and becomes the factor which enlarges auxiliary machinery power for a pressure up increasingly at a snubber capacity list.

[0013] In order to make snubber capacity small and to utilize a snubber effectively irrespective of the change in a load, the control means which makes the specified quantity promptly the fuel gas quantity to be stored in a snubber is needed.

[0014] The purpose of this invention is in view of the above to offer the fuel cell generation of electrical energy system which miniaturizes the snubber for corresponding at the time of a load effect.

[0015]

[Means for Solving the Problem] The summary of this invention which attains said purpose is as follows.

[0016] [1] A fuel gas manufacture means to change a fuel of a compound containing carbon and hydrogen into fuel gas which contains hydrogen within a reforming reactor, A fuel cell which carried out the laminating of the cel containing an electrode of a pair, and an electrolyte of ion conductivity arranged to this inter-electrode one, A snubber

which stores fuel gas between said fuel gas manufacture means and said fuel cells is formed. In a fuel cell generation-of-electrical-energy system which generates electricity using fuel gas manufactured with a fuel gas manufacture means as a fuel of a fuel cell, and is connected with a load through an inverter A fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by a fuel gas pressure of an outlet of said fuel gas manufacture means being higher than working pressure of said fuel cell.

[0017] [2] A fuel cell generation-of-electrical-energy system given [with a fuel gas pressure of an outlet of said fuel gas manufacture means higher 1kg/cm² or more than working pressure of said fuel cell] in [1].

[0018] [3] A fuel cell generation-of-electrical-energy system given in [2] which adjusts the amount of fuel gas stored in said snubber using differential pressure of an outlet pressure of said fuel gas manufacture means, and working pressure of said fuel cell.

[0019] [4] A fuel gas manufacture means to change a fuel of a compound containing carbon and hydrogen into fuel gas which contains hydrogen within a reforming reactor, A fuel cell which carried out the laminating of the cel containing an electrode of a pair, and an electrolyte of proton conductivity arranged to this inter-electrode one, A snubber which stores fuel gas between said fuel gas manufacture means and said fuel cells is formed. In a fuel cell generation-of-electrical-energy system which generated electricity using fuel gas manufactured with a fuel gas manufacture means as a fuel of a fuel cell, and was connected with a load through an inverter A load demand detection means, a pressure detection means of said snubber, an outlet hydrogen flow rate detection means of said fuel gas manufacture means, As opposed to a load effect which has an outlet hydrogen flow rate detection means of a fuel cell, and said each detection means depends as a result of detection And said snubber, To said inverter and said each control means A fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by forming a controller which sends a control signal doubled with a speed of response of said fuel gas manufacture means so that a reference value of the amount of fuel gas which predicts the amount of fuel gas stored in said snubber, and is stored in this snubber might be approached.

[0020] [5] A fuel cell generation-of-electrical-energy system given in [4] which defines a reference value of the amount of fuel gas stored in said snubber according to the load amount required.

[0021] [6] A fuel cell generation-of-electrical-energy system given in [4] a given reference value of the amount of fuel gas stored in said snubber is 40 to 85 capacity [of the amount of the maximum fuel gas stored in said snubber] %.

[0022] [7] A fuel cell generation-of-electrical-energy system given in [4] characterized by to perform control doubled with a speed of response of said fuel-gas manufacture means so that an accumulation-of-electricity means have a means to detect the amount of accumulation of electricity might be connected to a fuel cell and juxtaposition through the 2nd inverter and said controller might approach control of said 2nd inverter to a

load effect, and a reference value of the amount of accumulation of electricity stored in said accumulation-of-electricity means.

[0023] [8] [1] filled up with 20 - 85% of hydrogen storing metal alloy of volume of said snubber, or a fuel cell generation-of-electrical-energy system given in [4].

[0024] [9] A fuel cell generation-of-electrical-energy system given in [8] which was equipped with the heat exchange section in which a refrigerant circulates in said fuel cell and a snubber, constituted a cooler style from the heat exchange section in said fuel cell, the heat exchange section in said snubber, a radiator, and a pump for refrigerants, and was constituted so that a refrigerant might circulate through this enclosure of a condensator in order of the heat exchange section in said fuel cell, the heat exchange section in said snubber, and a radiator.

[0025] [10] A fuel cell generation-of-electrical-energy system given in [8] in which said hydrogen storing metal alloy contains more than lanthanum 3% and more than nickel 50% with a mole fraction.

[0026] [11] A fuel cell generation-of-electrical-energy system given in [4] which has bypass piping which connects an entrance and an outlet of said snubber.

[0027] [12] A fuel cell generation-of-electrical-energy system given in [11] which collects differences of a fuel gas pressure of an outlet of said fuel gas manufacture means, and working pressure of said fuel cell as power, and sends air to an air pole of said fuel cell with this power.

[0028] [13] [11] which prepared the 2nd bypass piping to piping linked to a combustor within said fuel gas manufacture means from said snubber, or a fuel cell generation-of-electrical-energy system given in [12].

[0029]

[Embodiment of the Invention] A fuel gas manufacture means to change the fuel which consists of a compound containing carbon and hydrogen into the fuel gas which contains hydrogen within a reforming reactor, The fuel cell which comes to carry out the laminating of the cel which has the electrolyte of proton conductivity located between the electrode of a pair, and two electrodes, It consists of a snubber which stores fuel gas between said fuel manufacture means and said fuel cells, generates electricity using the fuel gas manufactured with the fuel gas manufacture means as a fuel of a fuel cell, and connects with a load through an inverter. You may have the accumulation-of-electricity means connected to juxtaposition through an inverter to a load.

[0030] Next, the response procedure to a load effect is explained. The configuration of a fundamental procedure consists of 3 of the step which adjusts the amount of fuel manufactures so that the hydrogen quantity to be stored in a snubber etc. may serve as a reference value for a measurement step and a short time according to the speed of response of the step according to a load effect, and a fuel manufacture means steps.

[0031] At a measurement step, it has the load demand detection means equivalent to the accelerator opening in the case of an electric vehicle, the pressure detection means

of a snubber, the hydrogen flow rate detection means of a fuel manufacture means outlet, and a hydrogen flow rate detection means in the fuel exhaust gas of a fuel cell as a detection means for detecting the condition in a fuel cell system. In having an accumulation-of-electricity means, it also has a means to detect the charge-and-discharge capacity of an accumulation-of-electricity means.

[0032] Measurement by each above-mentioned detection means is performed for every predetermined gap, and the measurement result of 2 times or more ago is preferably held on the random access memory on a controller at least last time.

[0033] The response procedure to a load effect is as follows. The hydrogen utilization factor within a fuel cell is operated with the suitable utilization factor between the heat balance hydrogen utilization factor which can provide the heat which needs a fuel gas manufacture means by combustion of the fuel exhaust gas of a fuel cell, and the maximum hydrogen utilization factor which is the greatest utilization factor which the portion which runs short of hydrogen within a fuel cell does not generate.

[0034] First, the hydrogen flow rate required in each case and the hydrogen flow rate manufactured of the criteria hydrogen utilization factor which is a suitable hydrogen utilization factor between a heat balance hydrogen utilization factor, the maximum hydrogen utilization factor, a heat balance hydrogen utilization factor, and the maximum hydrogen utilization factor are computed to the load demanded.

[0035] Next, the response to a load judges whether it is possible by the utilization factor change between a heat balance hydrogen utilization factor and the maximum hydrogen utilization factor.

[0036] Since the air content supplied to the inverter and the fuel cell which were connected to the fuel cell so that a hydrogen utilization factor may be changed and it may carry out a load response, in being possible is controlled by change of the utilization factor of the above [the above-mentioned load response] and the hydrogen flow rate in the fuel exhaust gas of a fuel cell also changes, in order to secure required quantity of heat with the combustor of a fuel manufacture means, make the amount of fuel supply to a combustor increase, and the control which adjusts an air content performs.

[0037] By change of the above-mentioned utilization factor, when a load response is impossible, in having storage of the fuel in a snubber, emission, or an accumulation-of-electricity means, the charge and discharge are performed and it carries out a load response.

[0038] How to operate a fuel cell with the maximum hydrogen utilization factor, and carry out load flattery by emission of the fuel in a snubber, or discharge of an accumulation-of-electricity means, when the amounts of manufacture hydrogen run short, How to operate with a fuel cell heat balance hydrogen utilization factor, and carry out load flattery by emission of the fuel in a snubber, or discharge of an accumulation-of-electricity means, Or a fuel cell is operated with the suitable criteria hydrogen utilization factor between the maximum hydrogen utilization factor and a

heat balance hydrogen utilization factor, there is the method of carrying out load flattery by emission of the fuel in a snubber or discharge of an accumulation of electricity means etc., and it controls according to the fuel quantity to be stored of a snubber, and the amount of accumulation of electricity of an accumulation of electricity means.

[0039] Actuation which adjusts the amount of fuel manufactures is performed so that the hydrogen utilization factor of a fuel cell, the hydrogen quantity to be stored in a snubber, etc. may serve as a reference value after the response actuation to the above load according to the speed of response of a fuel manufacture means. The utilization factor of a fuel cell, the hydrogen quantity to be stored of a snubber, and the amount of prediction accumulation of electricity of an accumulation of electricity means are calculated, and it is load response limit within the limits of a fuel manufacture means, and the amount of fuel supply to the combustor of a fuel manufacture means, an air content, the amount of fuel supply to a reactor, and the water amount of supply are controlled by this step so that each forecast approaches a reference value.

[0040] In order to speed up the load speed of response of a fuel manufacture means, air is supplied to the reactor of a fuel manufacture means, and there is also a method of making two, a steam-reforming reaction and a partial oxidation reaction, perform about a reaction.

[0041] As for the reference value of the hydrogen gas stores in a snubber, it is desirable to consider as 40 - 85% to the amount of the maximum fuel gas determined by the maximum pressure of a snubber in order to store a fuel at the time of fuel emission and load reduction at the time of the increment in a load. Moreover, as for the reference value of hydrogen gas stores, it is desirable to consider as a suitable value according to the amount of generations of electrical energy of a fuel cell. That is, little direction of the quantity to be stored in a snubber is desirable, and when the amount of generations of electrical energy of a fuel cell is small, the direction with many quantities to be stored is conversely desirable [when the amount of generations of electrical energy of a fuel cell is close to max, a possibility that the required amount of hydrogen will increase is low and], since a possibility that a surplus fuel will arise is high when a load demand falls.

[0042] Although a fuel cell system equipped with a snubber can answer a rapid load effect, without having an accumulation of electricity means, at the time of moderation, in the case of the use of an electric vehicle etc., it can collect the energy at the time of moderation by generating electricity by the motor, and can raise energy efficiency to it, for example. When it has an accumulation of electricity means, it is desirable to perform control which cooperated with fuel cell systems other than an accumulation of electricity means as mentioned above.

[0043] In order to use a fuel cell system as a compact, volume of the reactor within a fuel gas manufacture means, i.e., a reforming reactor, a water gas shift reaction machine, and CO removal machine can be made small by heightening the working pressure of a

fuel gas manufacture means.

[0044] Since what is necessary is just to pressurize the fuel and water which are supplied to a reforming reactor in the state of a liquid in order to heighten the pressure of a reactor, there are few auxiliary machinery dynamic augments for pressurization.

[0045] On the other hand, although the engine performance of a fuel cell can be raised by heightening the working pressure of a fuel cell, it is an air pole side that the engine performance becomes high by heightening a pressure, and since the auxiliary machinery power which drives the blower by the side of an air pole also increases, there are few merits. Therefore, the pressure of a fuel gas manufacture means is made higher than the working pressure of a fuel cell.

[0046] As for the difference of working pressure with a fuel cell, to miniaturization of a fuel gas manufacture means, it is desirable that it is at least 1kg/cm² or more.

[0047] Since the difference of working pressure is between a fuel gas manufacture means and a fuel cell, the amount of fuel gas stored in a snubber can be adjusted by adjusting the pressure of a snubber using the control valve with which the entrance of a snubber is equipped. Therefore, pressure-up means, such as a compressor, become unnecessary and the energy loss by auxiliary machinery power can be controlled.

[0048] Furthermore, by using a snubber as the hydrogen absorption tank filled up with the hydrogen storing metal alloy, only the hydrogen which reacts with the fuel electrode of a fuel cell can be stored in a snubber, and volume of a tank can be used more as a compact. This hydrogen storing metal alloy can make 400l. hydrogen an about 1l. (10kg) degree with a room temperature and atmospheric pressure.

[0049] In this case, auxiliary machinery power occlusion / for being able to emit and operating a snubber is not needed for hydrogen within a snubber using the difference of the working pressure of a fuel gas manufacture means and a fuel cell. In addition, the speed of the hydrogen absorption/emission of a snubber needs to satisfy the fluctuation velocity of a load demand, and must enlarge the touch area of a hydrogen storing metal alloy and fuel gas, and pressure loss in case fuel gas circulates within a snubber must be made small. For this reason, 20 - 85% of the capacity of a snubber of the amount of hydrogen storing metal alloys in a snubber is desirable.

[0050] When about 20 to 30 kJ/molH₂ carries out the endothermic of the hydrogen storing metal alloy when emitting hydrogen, and carrying out occlusion of the hydrogen, it generates heat conversely. When the temperature of a hydrogen storing metal alloy changes with the occlusion of hydrogen, and the heat of reaction at the time of emission, the dissociation pressure of a hydrogen storing metal alloy changes, and occlusion and emission become impossible. Therefore, a means to control the temperature change of a hydrogen storing metal alloy is required.

[0051] For this reason, there is a method linked to the heat exchanger which established in the snubber the refrigerant circulatory system which makes fuel cell temperature regularity. Temperature in a snubber can be made into the temperature near fuel cell

temperature by making the circulation path of the refrigerant circulatory system into the heat exchange section in a fuel cell, the heat exchange section in a snubber, and the order of a radiator, without being influenced of outside air temperature.

[0052] As for the hydrogen storing metal alloy used for a snubber, it is desirable that it is the alloy presentation by which poisoning cannot be easily carried out in the range whose dissociation pressure is 1-10kg/cm² due to the carbon dioxide contained in fuel gas or the carbon monoxide of a minute amount. As such an alloy presentation, with a mole fraction, a lanthanum has 3% or more and 50% or more of lanthanum-nickel system alloy and a misch metal-nickel system alloy have nickel.

[0053] Although the 3rd element, such as aluminum, chromium, manganese, cobalt, and a silica, is generally added into the above-mentioned alloy for the purpose, such as accommodation of dissociation pressure, this invention does not bar addition of such 3rd element.

[0054] Bypass piping which carries out direct continuation of a fuel gas manufacture means and the fuel cell although a snubber is arranged between a fuel gas manufacture means and a fuel cell is installed, the entrance of a snubber and the control valve of bypass piping are controlled, and if it is the structure of adjusting the quantity to be stored of a snubber, control will become easy rather than a configuration without bypass piping. That is, if the control valve of bypass piping is adjusted so that the differential pressure of a fuel gas manufacture means and a fuel cell may attach the control valve of closing and a snubber entrance before and behind the control valve of an aperture and a snubber outlet, the storage speed to a snubber will serve as max.

[0055] Since the emission speed from a snubber will serve as max and a direct fuel will be supplied also from a fuel gas manufacture means if it adjusts so that the differential pressure of a snubber and a fuel cell may attach the control valve of a snubber entrance before and behind the control valve of closing and bypass piping before and after the differential pressure of a fuel gas manufacture means and a fuel cell, and the control valve of a snubber outlet, the fuel-supply speed to a fuel cell serves as max.

[0056] The difference of the working pressure of the fuel gas manufacture means B1 and a fuel cell 9 is recoverable as blower power to the air pole of a fuel cell 9. In this case, since the air content which needs an air pole is [the amount of fuel gas and power which are supplied to a fuel cell 9 from the fuel gas manufacture means B1] also proportional to the amount of fuel gas proportionally, control becomes easy.

[0057] When a hydrogen storing metal alloy is used for a snubber 8, in the hydrogen absorption of an alloy, the hydrogen concentration of the outlet gas of a snubber is low, and the concentration of carbon dioxide gas and carbon monoxide gas becomes high relatively.

[0058] The 2nd bypass piping connected to the combustor 17 within the fuel gas manufacture means B1 from the outlet of a snubber 8 is installed, the outlet gas of a snubber is led to the direct combustor 17 into the occlusion of hydrogen, and it becomes

unnecessary for a fuel cell 9 to use the fuel of the low hydrogen concentration discharged from a snubber 8 by raising a hydrogen utilization factor using the fuel directly supplied from the fuel gas manufacture means B1.

[0059] The above fuel cell generation of electrical energy system has the desirable application to the large operation of a load effect, for example, a mobile power supply, an electric vehicle, etc., and the fuel cell of a solid polymer electrolyte mold with power density high as a fuel cell is suitable for it.

[0060]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing.

Drawing 1 is an example of the fuel cell generation of electrical energy system equipped with the snubber 8. It consists of snubber system B4 installed between fuel cell system B-2 which performs a direct current generation of electrical energy in response to supply of a fuel gas manufacture means B1 to change the fuel of the compound containing carbon and hydrogen into the fuel gas which contains hydrogen within the reforming reactor 4, and fuel gas, the electric system B3 which performs orthogonal transformation and is connected to a load, and the fuel gas manufacture means B1 and fuel cell system B-2.

[0061] With the fuel gas manufacture means B1, the fuel carburetor 3 is made to send and evaporate water at the steam-reforming dexterous water pump 2, and the fuel supplied from a fuel tank (illustration abbreviation) with the pump 1 for steam-reforming machine fuels is introduced into the reforming reactor 4.

[0062] In the reforming reactor 4, the synthesis gas which is mixed gas, such as hydrogen, a carbon monoxide, a carbon dioxide, water, and unreacted fuel gas of a minute amount, is manufactured by the steam-reforming reaction. This synthesis gas is a shift converter 5, after making a carbon monoxide and a steam react, considering as hydrogen and a carbon dioxide and making it about 1% of carbon monoxide concentration, burns a carbon monoxide alternatively with CO selective oxidation vessel 6, and is used as a carbon dioxide.

[0063] To CO selective oxidation machine 6, air is suitably supplied by CO selective oxidation dexterous blower 7 as an oxidizing agent, and fuel gas 100 ppm or less is manufactured for carbon monoxide concentration in it.

[0064] Snubber system B4 is installed in piping and juxtaposition which connect the fuel gas manufacture means B1 and fuel cell system B-2, and consists of a blower 26 for snubber restoration for being filled up with fuel gas to a snubber 8 and a snubber 8, a snubber inlet valve 18 which adjusts the flow rate of the entrance of a snubber 8, and a snubber outlet valve 19.

[0065] Fuel cell system B-2 consists of the air pole humidification irrigating pumps 12 and the humidifiers 13 for air poles which humidify the air supplied from the blower 10 for fuel cell air poles for air introduced into the fuel electrode humidification irrigating pump 14 for humidifying the fuel gas which introduces the cel which has the electrolyte

of proton conductivity located between the electrode of a pair, and two electrodes into the fuel cell 9 which comes to carry out a laminating, and a fuel cell 9 and the humidifier 15 for fuel electrodes, and a fuel cell 9, and this blower 10.

[0066] The electric system B3 consists of electric loads 52 connected to the ac output of the inverter 51 for fuel cell systems which changes the dc output of a fuel cell 9 into an alternating current, and this inverter.

[0067] In addition, as shown in drawing 1, the inverter 54 for accumulation of electricity means may be installed in the inverter 51 for fuel cell systems, and juxtaposition, and the accumulation of electricity means 53 which consists of a rechargeable battery etc. may be connected to the electric system B3. Moreover, there is the method of connecting the accumulation of electricity means 53 with a fuel cell 9 with a DC to DC converter, and connecting the accumulation of electricity means 53 with electric load 52 with the inverter 54 for accumulation of electricity means etc.

[0068] The oxidizer exhaust gas discharged from a fuel cell 9 performs vapor liquid separation with a condenser 11, and makes the water of condensation the source of supply of the water to the steam-reforming dexterous water pump 2, the air pole humidification irrigating pump 12, and the fuel electrode humidification irrigating pump 14. The gas which has a condenser 11 discharged is emitted out of a system.

[0069] It is mixed with the air supplied from the blower 16 for combustors, and the fuel exhaust gas discharged from a fuel cell 9 is led to a combustor 17. The heat of combustion in a combustor 17 turns into required heat of reaction with the reforming reactor 4. When the reforming reactor 4 cannot cover required quantity of heat with the fuel exhaust gas of a fuel cell 9, the fuel supplied from a fuel tank is led to a combustor 17 via the carburetor 21 for combustor fuels with the fuel pump 20 for combustors.

[0070] The above configuration does not need to become separate [each device]. For example, it is good also as an internal humidification fuel cell with which the fuel cell 9 of a fuel processor and fuel cell system B-2 with which the fuel carburetor 3 of the fuel manufacture means B1, the reforming reactor 4, the shift converter 5, CO selective oxidation machine 6, and the carburetor 21 for combustor fuels were united, the humidifier 13 for air poles, and the humidifier 15 for fuel electrodes were united.

[0071] The configuration of the controller C1 for carrying out load response control of the above fuel cell generation of electrical energy systems of a configuration is shown in drawing 2.

[0072] A controller C1 consists of memory C2 for data storage, memory C3 for program conservation, and an arithmetic unit C4. The data of the load demand D1, the fuel gas manufacture means B1 outlet hydrogen flow rate D2, snubber 8 temperature, a pressure D3, the amount D4 of accumulation of electricity means 53 accumulation of electricity, and fuel cell system B-2 outlet hydrogen flow rate D5 grade is inputted from the detection means arranged in a fuel cell system. the amount D6 for combustors of fuel pump 20 fuel supply, and a combustor -- the ** amount Dof blower 16 air supply 7

snubber system B4 control value D8, the amount D9 for steam-reforming machine fuels of pump 1 fuel supply, the steam-reforming dexteros water pump 2 water amount of supply D10, and the fuel cell system B-2 control value D13 -- Inverter 51 output D11 for fuel cell systems and the inverter 54 output D12 grade for accumulation-of-electricity means are outputted.

[0073] A controller C1 can also be served as the I/O about the control of those other than the above-mentioned item of inputting the outlet carbon monoxide flow rate of a shift converter 5 about control of CO selective oxidation dexteros blower 7, and outputting the amount of air supply of CO selective oxidation dexteros blower 7. Moreover, the controller about the control of those other than the above-mentioned item can also be formed separately.

[0074] It is shown in drawing 3 and drawing 4 by making an example of actuation of the above-mentioned controller C1 into a flow chart. This operations sequence is held at the memory C3 for program conservation, and turns into operations sequence of an arithmetic unit C4.

[0075] The configuration of a fundamental procedure consists of 3 of the step (SB30) which adjusts the amount of fuel manufactures steps so that the hydrogen quantity to be stored in a snubber etc. may serve as a reference value for the measurement step (SB10) of drawing 3 , and a short time according to the speed of response of the step (SB20) according to a load effect, and the fuel gas manufacture means of drawing 4 .

[0076] At the above-mentioned measurement step (SB10), it has the load demand 52 detection means equivalent to the accelerator opening in the case of an electric vehicle, the hydrogen flow rate detection means of fuel gas manufacture means B1 outlet, the temperature of a snubber 8, a pressure detection means, and a hydrogen flow rate detection means in the fuel exhaust gas of fuel cell system B-2 as a detection means for detecting the condition in a fuel cell system.

[0077] Since it has the accumulation-of-electricity means 53 in this example, it also has a means to detect the charge-and-discharge capacity of the accumulation-of-electricity means 53. The measurement result of a detection means is inputted into the memory C3 for data storage of a controller C1 (S10), and holds the measurement result of 2 times or more ago preferably at least last time in the memory C3 for data storage.

[0078] In drawing 3 , the step (SB20) according to a load effect is as follows. As shown in drawing 5 , the hydrogen utilization factor within a fuel cell is operated with the suitable utilization factor between the heat balance hydrogen utilization factor U1 which can provide the heat which needs a fuel gas manufacture means by combustion of the fuel exhaust gas of a fuel cell, and the maximum hydrogen utilization factor U2 which is the greatest utilization factor which the portion which runs short of hydrogen within a fuel cell does not generate.

[0079] First, the hydrogen flow rate required in each case and the hydrogen flow rate manufactured of the heat balance hydrogen utilization factor U1, the maximum

hydrogen utilization factor U_2 , and the criteria hydrogen utilization factor U_3 that is a suitable hydrogen utilization factor between a heat balance hydrogen utilization factor and the maximum hydrogen utilization factor are computed to the load demanded.

[0080] The above-mentioned required amount of hydrogen is carried out like a degree type [1], and is calculated. It is [0081], when a fuel cell 9 is outputted as W and voltage of m and the n -th cell is outputted to V_n for the number of laminatings.

[Equation 1]

[0082] Here, although voltage V_n of a cell is made into the function of the load current I , the hydrogen utilization factor u_{H_2} , a ratio of oxygen utilization u_{O_2} , and the cell temperature T , parameters, such as a fuel and the amount of humidification of air, and operation time of addition, can also be added. At this time, the required amount of hydrogen serves as a degree type [2].

[0083]

[Equation 2]

[0084] Here, the molar flow rate of required hydrogen is set to f_{H_2} , and a Faraday constant is set to F . Since the ratio of oxygen utilization u_{O_2} was fixed with 40% and the heat balance hydrogen utilization factor U_1 was controlled by this example by considering as 90% in 70% and the maximum hydrogen utilization factor U_2 , the required amount f_{H_2} of hydrogen in each case is calculated from [1] type and [2] types.

[0085] The amount of hydrogen currently manufactured calculates and finds the time of concentration for piping capacity between a fuel gas manufacture means B-2 outlet and a fuel cell 9 from the fuel gas manufacture means B1 outlet hydrogen flow rate D_2 held at the memory C2 for data storage (S20).

[0086] In S30 of drawing 3, the size comparison of a hydrogen flow rate and the amount of necessity hydrogen currently manufactured is performed. When the amount of manufacture hydrogen is within the limits of the hydrogen initial complement in a heat balance hydrogen utilization factor, and the hydrogen initial complement in the maximum hydrogen utilization factor, when out of range to S220, to it, it branches S40.

[0087] In S210, it judges whether the amount of accumulation of electricity fills a reference value with a system equipped with the fuel quantity to be stored and the accumulation of electricity means 53 of a snubber 8. In not fulfilling a reference value and filling to S40, it branches to S210.

[0088] In this example, as a fuel quantity to be stored reference value of a snubber 8, when the output of a fuel cell 9 was maximum, when an output was 0, it carried out to

90% of the maximum quantity to be stored 10% of the maximum quantity to be stored, and the criteria range was made into the decision conditions of S210 for the output of a fuel cell 9, and the relation of the reference value of a fuel quantity to be stored in the range of **10% of reference values as primary relation.

[0089] As a criteria range of the amount of accumulation of electricity of the accumulation-of-electricity means 53, when the output of a fuel cell 9 was maximum, when an output was 0, it carried out to 80% of the amount of the maximum accumulation of electricity 20% of the amount of the maximum accumulation of electricity, and the criteria range was made into the decision conditions of S210 for the output of a fuel cell 9, and the reference value of a fuel quantity to be stored in the range of **20% of reference values as primary relation.

[0090] In S40, a hydrogen utilization factor is made into max at the time of the amount of manufacture hydrogen < maximum hydrogen utilization factor initial complement. So that a hydrogen utilization factor may be made into a balance hydrogen utilization factor at the time of an amount of manufacture hydrogen > balance hydrogen utilization factor initial complement, load desired value may be filled and a snubber 8 and the accumulation-of-electricity means 53 may be operated A snubber system B4 control value (D8), inverter 51 output (D11), inverter 54 output (D12), and a fuel cell system B-2 control value (D13) are computed.

[0091] In S250, inverter 51 output (D11), inverter 54 output (D12), a snubber system B4 control value (D8), and a fuel cell system B-2 control value (D13) are computed according to a difference with the reference value of the quantity to be stored of a snubber 8 and the amount of accumulation of electricity of the accumulation-of-electricity means 53, a quantity to be stored, and the amount of accumulation of electricity by defining ON **** of the fuel for a snubber 8, the amount of charges and discharges of the accumulation-of-electricity means 53, and the amount of generations of electrical energy of a fuel cell 9. Let the amount of generations of electrical energy of a fuel cell 9 be the control value which can be operated between the maximum hydrogen utilization factor and a heat balance hydrogen utilization factor at this time. In S50, the control value computed by S40 or S250 is outputted to each device.

[0092] The control value computed by S220 is outputted to each device, and the control signal with which ON **** of the fuel for the charge and discharge and the snubber 8 of the accumulation-of-electricity means 53 is set to 0 is outputted by S240 S230 as inverter 54 output (D12) and a snubber system B4 control value (D8).

[0093] In order to compensate with S60 heat-of-combustion change of the fuel exhaust gas discharged from a fuel cell 9 with directions of S50 or S230, the control value for adjusting the fuel and air content which are supplied to a combustor 17 is computed. That is, the control value (D6) of the fuel pump 20 for combustors and the control value (D7) of the blower 16 for combustors are computed. In S70, the control value of D6 and D7 which were computed by S60 is outputted.

[0094] The step (SB30) which adjusts the amount of fuel manufactures is as follows. In S310, change of the hydrogen quantity to be stored of a snubber 8 and the amount of accumulation of electricity of the accumulation-of-electricity means 53 is predicted based on system operation condition D1-D5 inputted by SB10, and the control values D6-D13 outputted by SB20.

[0095] In S320, the operations sequence of the fuel pump 20 for combustors for the hydrogen quantity to be stored of a snubber 8 and the amount of accumulation of electricity of the accumulation-of-electricity means 53 to approach a reference value, the blower 16 for combustors, the pump 1 for steam-reforming machine fuels, and the steam-reforming dexterous water pump 2 is computed according to the speed of response of the reforming machine determined with the thermal conductivity and heat capacity between the reforming reactor 4 and a combustor 17.

[0096] In S330, the operations sequence computed by S320 is outputted as control values D6, D7, D9, and D10, and the procedure of a load response is ended.

[0097] With the application of the controller which performs the above actuation, load responsibility was examined to 3kW fuel cell system of drawing 1.

[0098] In order to obtain a load response in 100ms, as a result of operating drawing 3 and the load response procedure of drawing 4 every 100ms, the hydrogen quantity to be stored of a snubber 8 and the amount of accumulation of electricity of the accumulation-of-electricity means 53 are the neither more nor less, and the load response was possible.

[0099] Since actuation of a reforming machine did not need to be controlled at intervals of 100ms, also when the load responsibility trial which sets Nmax to 10, controls control of SB10 and SB20, and controls SB30 by the procedure shown in drawing 6 at intervals of 1s at intervals of 100ms was performed, the hydrogen quantity to be stored of a snubber 8 and the amount of accumulation of electricity of the accumulation-of-electricity means 53 are the neither more nor less, and the load response was possible.

[0100] Drawing 7 shows the configuration which omitted the blower 26 for snubber restoration of the configuration of drawing 1. The working pressure of the fuel gas manufacture means B1 is heightened from fuel cell system B-2, and snubber system B4 is operated by the differential pressure of the fuel gas manufacture means B1 and fuel cell system B-2. That is, at the time of the fuel restoration to a snubber 8, the snubber inlet valve 18 is made open, and the pressure of a snubber 8 is brought close to the pressure of the fuel gas manufacture means B1 by extracting the snubber outlet valve 19. At the time of the fuel emission from a snubber 8, the snubber inlet valve 18 is extracted to reverse, and the snubber outlet valve 19 is made open.

[0101] In this example, working pressure of 0kg/cm²G (atmospheric pressure) and the fuel gas manufacture means B1 was set to 5kg/cm²G for the working pressure of fuel cell system B-2, and the hydrogen storing metal alloy tank which filled up

LaNi₄Al₇Al_{0.3} alloy with 80% of rate of volume was used.

[0102] When the 0.1l. hydrogen storing metal alloy tank was applied as a snubber 8 to the 3kW fuel cell, it was controllable in the capacitor range of a snubber 8 at the time of load responsibility control.

[0103] At this time, for the temperature control of the snubber 8 using a hydrogen storing metal alloy tank, it considered as the configuration equipped with the heat exchange section 43 in a snubber in the cooling water pump 41 shown in drawing 8 , the heat exchange section 42 in a fuel cell, and the cooling system which consists of radiators 44, and temperature of a snubber 8 was made into about 75 degrees C almost equal to the operating temperature of a fuel cell 9.

[0104] In order to make easy fuel restoration of a snubber 8, and control of emission, the configuration equipped with the snubber bypass piping 22 which connects the entrance of the snubber 8 of a configuration of having been shown in drawing 7 is shown in drawing 9 .

[0105] The snubber bypass piping 22 is equipped with the snubber bypass valve 23. In filling up a snubber 8 with a fuel, the snubber inlet valve 18 is made open and it adjusts the opening of the snubber bypass valve 23 and the snubber outlet valve 19. In emitting a fuel from a snubber 8, the snubber inlet valve 18 is made close and it adjusts the opening of the snubber bypass valve 23 and the snubber outlet valve 19. In intercepting receipts and payments of the fuel for a snubber 8, the snubber inlet valve 18 and the snubber outlet valve 19 are made close, and it adjusts the opening of the snubber bypass valve 19.

[0106] Drawing 10 shows the configuration which collects the differential pressure of the fuel gas manufacture means B1 and fuel cell system B-2 as power. It is the configuration of equipping the snubber bypass piping 22 with expansion-turbine 23' and the snubber bypass valve 23, and driving power recovery blower 10' under the power of expansion-turbine 23'.

[0107] In addition to the configuration of drawing 10 , drawing 11 installed the fuel cell system bypass valve 25 on the fuel cell system bypass piping 24 connected to the combustor 17 within the fuel gas manufacture means B1 from snubber 8 outlet, and the fuel cell system bypass piping 24.

[0108] In carrying out occlusion of the hydrogen to the snubber 8 using a hydrogen storing metal alloy, the snubber outlet valve 19 is made close, the fuel cell system bypass valve 25 is adjusted, and it leads snubber 8 outlet gas to the direct combustor 17. In filling up a snubber 8 with a fuel, the fuel cell bypass valve 25 and the snubber inlet valve 18 are made close, the opening of the snubber bypass valve 23 and the snubber outlet valve 19 is adjusted, and it supplies a fuel to a fuel cell 8.

[0109] Snubber outlet gas is led to the direct combustor 17, and it becomes unnecessary for a fuel cell 9 to use the fuel of the low hydrogen concentration discharged from a snubber 8 by raising a hydrogen utilization factor using the fuel directly supplied from

the fuel gas manufacture means B1.

[0110]

[Effect of the Invention] According to the control which establishes the reference value of the amount of the fuel with which divides load response control of this invention, and the amount control of fuel manufactures, and a snubber 8 is filled up according to a burden, a load response is possible without the excess and deficiency of a fuel at the capacity of the minimum snubber 8.

[0111] Moreover, since the working pressure of the fuel gas manufacture means B1 becomes high and becomes compact while the blower 26 for snubber restoration becomes unnecessary by heightening the working pressure of the fuel gas manufacture means B1 from the working pressure of fuel cell system B-2, and controlling snubber system B4 by differential pressure, the fuel cell generation of electrical energy system of high power density can be constituted.

[0112] That is, while a load response is attained with the snubber of small capacity, by preparing differential pressure in the working pressure and the fuel cell of miniaturization of a fuel gas manufacture means, and a fuel gas manufacture means by heightening the working pressure of a fuel gas manufacture means, the blower for filling up a snubber with a fuel can be omitted, and the fuel cell generation of electrical energy system which can answer a rapid load effect can be offered.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the conventional block diagram of a fuel cell system equipped with the snubber.

[Drawing 2] It is the block diagram showing I/O of the controller of a fuel cell system.

[Drawing 3] It is the flow chart which shows the step according to a load effect to the measurement step and short time of load response control.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows the step which adjusts the amount of fuel manufactures of load response control.

[Drawing 5] It is drawing showing the hydrogen utilization factor dependency of the cell voltage of a fuel cell.

[Drawing 6] It is the flow chart which shows the 2nd procedure of load response control.

[Drawing 7] It is the 1st block diagram showing the fuel cell system of this invention.

[Drawing 8] It is the block diagram showing the temperature control method of the hydrogen storing metal alloy tank of this invention.

[Drawing 9] It is the 2nd block diagram showing the fuel cell system of this invention.

[Drawing 10] It is the 3rd block diagram showing the fuel cell system of this invention.

[Drawing 11] It is the 4th block diagram showing the fuel cell system of this invention.

[Description of Notations]

1 -- The pump for steam-reforming machine fuels, 2 -- A steam-reforming dexterous water pump, 3 -- Fuel carburetor, 4 [-- CO selective oxidation dexterous blower,] -- A reforming reactor, 5 -- A shift converter, 6 -- CO selective oxidation machine, 7 8 [-- Power recovery blower,] -- A snubber, 9 -- A fuel cell, 10 -- The blower for fuel cell air poles, 10' 11 -- A condenser, 12 -- An air pole humidification irrigating pump, 13 -- The humidifier for air poles, 14 -- A fuel electrode humidification irrigating pump, 15 -- The humidifier for fuel electrodes, 16 -- The blower for combustors, 17 -- A combustor, 18 -- A snubber inlet valve, 19 -- Snubber outlet valve, 20 -- The fuel pump for combustors, 21 -- The carburetor for combustor fuels, 22 -- Snubber bypass piping, 23 -- A snubber bypass valve, 23' -- An expansion turbine, 24 -- Fuel cell system bypass piping, 25 -- A fuel cell system bypass valve, 26 -- The blower for snubber restoration, 41 -- Cooling water pump, 42 -- The heat exchange section in a fuel cell, 43 -- The heat exchange section in a snubber, 44 -- Radiator, 51 -- The inverter for fuel cell systems, 52 -- Electric load, 53 -- Accumulation of electricity means, 54 [-- An electric system, B4 / -- A snubber system, C1 / -- A controller, C2 / -- The memory for data storage, C3 / -- The memory for program conservation, C4 / -- Arithmetic unit.] -- The inverter for accumulation of electricity means, B1 -- A fuel gas manufacture means, B-2 -- A fuel cell system, B3

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-323157
(P2000-323157A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

A 5 H 0 2 7
J

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-133755

(22) 出願日 平成11年 5 月 14 日 (1999. 5. 14)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 光島 重徳

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 山賀 賢史

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外 2 名)

最終頁に続く

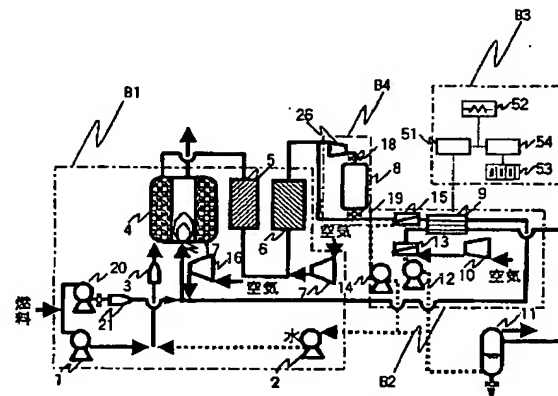
(54) 【発明の名称】 燃料電池発電システムおよびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 急激な負荷変動に対し、燃料の過不足が無く応答し、コンパクトな緩衝タンクを備えた燃料電池システムの提供。

【解決手段】 炭素および水素を含む化合物の燃料を改質反応器内で水素を含む燃料ガスに変換する燃料ガス製造手段と、一対の電極と該電極間に配置したイオン導電性の電解質を含むセルを積層した燃料電池と、前記燃料ガス製造手段と前記燃料電池の間に燃料ガスを貯える緩衝タンクを設け、燃料電池の燃料として燃料ガス製造手段で製造した燃料ガスを用いて発電し、インバータを介して負荷と接続される燃料電池発電システムにおいて、前記燃料ガス製造手段の出口の燃料ガス圧力が前記燃料電池の動作圧力より高いことを特徴とする燃料電池発電システム。

図 1



1…水蒸気改質器燃料用ポンプ 2…水蒸気改質器用水ポンプ
3…燃料気化器 4…改質反応器 5…シフトコンバータ
6…CO選択酸化器 7…CO選択酸化器用ブロウ 8…緩衝タンク
9…燃料電池 10…燃料電池空気極用ブロウ 11…復水器
12…空気極加湿用水ポンプ 13…空気極用加湿器
14…燃料極加湿用水ポンプ 15…燃料極用加湿器
16…燃料器用ブロウ 17…燃料器 18…緩衝タンク入口弁
19…緩衝タンク出口弁 20…燃料器用燃料ポンプ
21…燃料器燃料用気化器 26…緩衝タンク充填用ブロウ
51…燃料電池系用インバータ 52…電気負荷 53…蓄電手段
54…蓄電手段用インバータ B1…燃料ガス製造手段
B2…燃料電池系 B3…電気系 B4…緩衝タンク系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炭素および水素を含む化合物の燃料を改質反応器内で水素を含む燃料ガスに変換する燃料ガス製造手段と、一対の電極と該電極間に配置したイオン導電性の電解質を含むセルを積層した燃料電池と、前記燃料ガス製造手段と前記燃料電池の間に燃料ガスを貯える緩衝タンクを設け、燃料電池の燃料として燃料ガス製造手段で製造した燃料ガスを用いて発電し、インバータを介して負荷と接続される燃料電池発電システムにおいて、前記燃料ガス製造手段の出口の燃料ガス圧力が前記燃料電池の動作圧力より高いことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項 2】 前記燃料ガス製造手段の出口の燃料ガス圧力が前記燃料電池の動作圧力より 1 kg/cm^2 以上高い請求項 1 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 3】 前記燃料ガス製造手段の出口圧力と前記燃料電池の動作圧力の圧力差を用いて、前記緩衝タンクに貯える燃料ガス量を調節する請求項 2 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 4】 炭素および水素を含む化合物の燃料を改質反応器内で水素を含む燃料ガスに変換する燃料ガス製造手段と、一対の電極と該電極間に配置したプロトン導電性の電解質を含むセルを積層した燃料電池と、前記燃料ガス製造手段と前記燃料電池の間に燃料ガスを貯える緩衝タンクを設け、燃料電池の燃料として燃料ガス製造手段で製造した燃料ガスを用いて発電し、インバータを介して負荷と接続された燃料電池発電システムにおいて、

負荷要求検出手段、前記緩衝タンクの圧力検出手段、前記燃料ガス製造手段の出口水素流量検出手段、および、燃料電池の出口水素流量検出手段を有し、前記各検出手段の検出結果による負荷変動に対して前記緩衝タンク、前記インバータ、および前記各制御手段に、前記緩衝タンクに貯えられる燃料ガス量を予測して該緩衝タンクに貯える燃料ガス量の基準値に近づくよう前記燃料ガス製造手段の応答速度に合わせた制御信号を送るコントローラを設けたことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項 5】 負荷要求量に応じて前記緩衝タンクに貯える燃料ガス量の基準値を定める請求項 4 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 6】 前記緩衝タンクに貯える燃料ガス量の基準値が、前記緩衝タンクに貯えられる最大燃料ガス量の $40 \sim 85$ 容量%である請求項 4 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 7】 蓄電量を検出する手段を有する蓄電手段が第 2 のインバータを介して燃料電池と並列に接続され、前記コントローラが負荷変動に対する前記第 2 のインバータの制御と、前記蓄電手段に貯える蓄電量の基準値に近づくように前記燃料ガス製造手段の応答速度に合わせた制御を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の燃

料電池発電システム。

【請求項 8】 前記緩衝タンクの体積の $20 \sim 85$ %の水素吸蔵合金を充填した請求項 1 または 4 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 9】 前記燃料電池内および緩衝タンク内に冷媒が流通する熱交換部を備え、前記燃料電池内の熱交換部、前記緩衝タンク内の熱交換部、ラジエータおよび冷媒用ポンプで冷却機構を構成し、該冷却器構内を冷媒が前記燃料電池内の熱交換部、前記緩衝タンク内の熱交換部、ラジエータの順で循環するよう構成した請求項 8 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 10】 前記水素吸蔵合金がモル分率でランタン 3 %以上、ニッケル 50 %以上を含む請求項 8 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 11】 前記緩衝タンクの入口と出口を接続するバイパス配管を有する請求項 4 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 12】 前記燃料ガス製造手段の出口の燃料ガス圧力と、前記燃料電池の動作圧力との差を動力として回収し、該動力により前記燃料電池の空気極に空気を送る請求項 11 に記載の燃料電池発電システム。

【請求項 13】 前記緩衝タンクから前記燃料ガス製造手段内の燃焼器に接続する配管への第 2 のバイパス配管を設けた請求項 11 または 12 に記載の燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素製造装置を具備した燃料電池発電システムに係わり、負荷変動に应答するための緩衝タンクを備えた燃料電池発電システムに関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池発電システムは、イオン導電性の電解質膜の両側に一対の電極を配置した電極—電解質接合体を、反応ガス流路を備えた電気伝導性のセパレータを介して積層した構造の燃料電池と、燃料電池に燃料ガスを供給する燃料系、酸化剤ガスを供給する空気系より構成される。

【0003】移動体電源等の負荷と電源が 1 対 1 となるような用途には、比較的低温で作動すること、エネルギー密度が高いことなどから、電解質膜としてプロトン導電性の固体電解質を用いる固体高分子型燃料電池が一般に用いられる。

【0004】燃料系としては、炭素および水素を含む化合物、例えばメタン等の炭化水素、メタノール等のアルコールを燃料とし、水蒸気改質、あるいは、部分酸化および水蒸気改質と部分酸化を複合した反応による水素製造装置が用いられ、水蒸気改質した改質ガス中の一酸化炭素を取り除く手段を備え、精製した改質ガスを燃料電池に供給する。

【0005】水蒸気改質反応は吸熱反応であるので、熱源として水蒸気改質装置には燃焼器を備えている。

【0006】燃焼器には燃料を直接供給したり、燃料電池の燃料排ガス中の残留水素を供給して燃焼させて熱源とする。燃焼器としては燃料、燃料電池の燃料排ガス共に燃焼させることができる触媒燃焼器を用いる方法や、燃料の直接燃焼用、および、燃料電池燃料排ガス燃焼用の2つのバーナーヘッドを備える燃焼器を用いる方法があり、燃料電池燃料排ガスの熱量で不足する熱量を、燃料の直接燃焼で賄う。

【0007】電力系統に連携された発電システムにおいては、多数の負荷が存在し、各々が独立に変動しているため、全体としては発電側が1 s以下の時間で定格電力を供給しなければならないと云うような急激な負荷変動に対する応答は要求されない。

【0008】一方、移動体電源、例えば、電気自動車のような用途においては負荷と発電側が1対1となるため、100ms程度の急激な負荷変動に対する応答が必要となる。このような、燃料電池システムの負荷応答速度は、燃料電池に供給される水素の応答速度に支配される。水蒸気改質器が負荷応答する所用時間は約数十秒程度である。

【0009】燃料電池発電システムが外部負荷の急激な変動に対して応答するための手段として、特開平5-151983号公報に記載されているように、2次電池システム等の蓄電手段とのハイブリッド方式とし、急激な負荷増加に対して蓄電手段が電力を直接供給する方法や、特開平9-266006号公報、特開平9-306531号公報に記載されるように、緩衝タンクを設置し、急激な負荷変動に対して燃料電池へ水素を供給する方法などが提案されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような蓄電手段は著しい重量増加を招き、効率や可搬性を著しく低下させる。

【0011】一方、緩衝タンクを備える燃料電池発電システムの場合、30kW級の燃料電池を駆動するためには、約400リットル/分の改質ガスまたは約200リットル/分の水素ガスが必要となる。即ち、5リットルのタンクを用いると燃料電池を1分間駆動するために保持しなければならない改質ガスは80気圧、改質ガスから水素のみを取り出した場合でも40気圧が必要となる。

【0012】負荷が増加する場合には、緩衝タンク内の燃料を放出するが、負荷が減少する場合には緩衝タンク内に燃料を貯蔵する必要があり、ますます緩衝タンク容量並びに昇圧のための補機動力を大きくする要因となる。

【0013】緩衝タンク容量を小さくし、かつ、負荷の増減に係わらず緩衝タンクを有効に活用するためには、

速やかに緩衝タンク内の燃料ガス貯蔵量を所定量とする制御手段が必要となる。

【0014】上記に鑑み、本発明の目的は負荷変動時に対応するための緩衝タンクを小型化する燃料電池発電システムを提供するにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明の要旨は次のとおりである。

【0016】〔1〕炭素および水素を含む化合物の燃料を改質反応器内で水素を含む燃料ガスに変換する燃料ガス製造手段と、一対の電極と該電極間に配置したイオン導電性の電解質を含むセルを積層した燃料電池と、前記燃料ガス製造手段と前記燃料電池の間に燃料ガスを貯える緩衝タンクを設け、燃料電池の燃料として燃料ガス製造手段で製造した燃料ガスをを用いて発電し、インバータを介して負荷と接続される燃料電池発電システムにおいて、前記燃料ガス製造手段の出口の燃料ガス圧力が前記燃料電池の動作圧力より高いことを特徴とする燃料電池発電システム。

【0017】〔2〕前記燃料ガス製造手段の出口の燃料ガス圧力が前記燃料電池の動作圧力より1kg/cm²以上高い〔1〕記載の燃料電池発電システム。

【0018】〔3〕前記燃料ガス製造手段の出口圧力と前記燃料電池の動作圧力の圧力差を用いて、前記緩衝タンクに貯える燃料ガス量を調節する〔2〕に記載の燃料電池発電システム。

【0019】〔4〕炭素および水素を含む化合物の燃料を改質反応器内で水素を含む燃料ガスに変換する燃料ガス製造手段と、一対の電極と該電極間に配置したプロトン導電性の電解質を含むセルを積層した燃料電池と、前記燃料ガス製造手段と前記燃料電池の間に燃料ガスを貯える緩衝タンクを設け、燃料電池の燃料として燃料ガス製造手段で製造した燃料ガスをを用いて発電し、インバータを介して負荷と接続された燃料電池発電システムにおいて、負荷要求検出手段、前記緩衝タンクの圧力検出手段、前記燃料ガス製造手段の出口水素流量検出手段、および、燃料電池の出口水素流量検出手段を有し、前記各検出手段の検出結果より負荷変動に対して前記緩衝タンク、前記インバータ、および前記各制御手段に、前記緩衝タンクに貯えられる燃料ガス量を予測して該緩衝タンクに貯える燃料ガス量の基準値に近づくよう前記燃料ガス製造手段の応答速度に合わせた制御信号を送るコントローラを設けたことを特徴とする燃料電池発電システム。

【0020】〔5〕負荷要求量に応じて前記緩衝タンクに貯える燃料ガス量の基準値を定める〔4〕記載の燃料電池発電システム。

【0021】〔6〕前記緩衝タンクに貯える燃料ガス量の基準値が、前記緩衝タンクに貯えられる最大燃料ガス量の40～85容量%である〔4〕記載の燃料電池発

電システム。

【0022】〔7〕蓄電量を検出する手段を有する蓄電手段が第2のインバータを介して燃料電池と並列に接続され、前記コントローラが負荷変動に対する前記第2のインバータの制御と、前記蓄電手段に貯える蓄電量の基準値に近づくように前記燃料ガス製造手段の応答速度に合わせた制御を行うことを特徴とする〔4〕記載の燃料電池発電システム。

【0023】〔8〕前記緩衝タンクの体積の20～85%の水素吸蔵合金を充填した〔1〕または〔4〕に記載の燃料電池発電システム。

【0024】〔9〕前記燃料電池内および緩衝タンク内に冷媒が流通する熱交換部を備え、前記燃料電池内の熱交換部、前記緩衝タンク内の熱交換部、ラジエータおよび冷媒用ポンプで冷却機構を構成し、該冷却器構内を冷媒が前記燃料電池内の熱交換部、前記緩衝タンク内の熱交換部、ラジエータの順で循環するよう構成した

〔8〕に記載の燃料電池発電システム。

【0025】〔10〕前記水素吸蔵合金がモル分率でランタン3%以上、ニッケル50%以上を含む〔8〕に記載の燃料電池発電システム。

【0026】〔11〕前記緩衝タンクの入口と出口を接続するバイパス配管を有する〔4〕に記載の燃料電池発電システム。

【0027】〔12〕前記燃料ガス製造手段の出口の燃料ガス圧力と、前記燃料電池の動作圧力との差を動力として回収し、該動力により前記燃料電池の空気極に空気を送る〔11〕に記載の燃料電池発電システム。

【0028】〔13〕前記緩衝タンクから前記燃料ガス製造手段内の燃焼器に接続する配管への第2のバイパス配管を設けた〔11〕または〔12〕に記載の燃料電池発電システム。

【0029】

【発明の実施の形態】炭素および水素を含む化合物からなる燃料を改質反応器内で水素を含む燃料ガスに変換する燃料ガス製造手段と、一対の電極および両電極間に位置するプロトン導電性の電解質を有するセルを積層してなる燃料電池と、前記燃料製造手段と前記燃料電池の間に燃料ガスを貯える緩衝タンクからなり、燃料電池の燃料として燃料ガス製造手段で製造した燃料ガスを用いて発電し、インバータを介して負荷と接続される。負荷に対して並列にインバータを介して接続される蓄電手段を備えてもよい。

【0030】次に負荷変動に対する応答手順について説明する。基本的な手順の構成は計測ステップ、短時間に負荷変動に応じるステップ、燃料製造手段の応答速度に応じて緩衝タンク内の水素貯蔵量等が基準値となるように燃料製造量を調節するステップの3ステップで構成される。

【0031】計測ステップでは、燃料電池システム内の

状態を検出するための検出手段として、電気自動車の場合のアクセル開度に相当する負荷要求検出手段、緩衝タンクの圧力検出手段、燃料製造手段出口の水素流量検出手段、および、燃料電池の燃料排ガス中の水素流量検出手段を有す。蓄電手段を備える場合には蓄電手段の充放電容量を検出する手段も備える。

【0032】上記各検出手段による計測は所定間隔毎に行われ、少なくとも前回、好ましくは2回以上前の測定結果をコントローラ上のランダムアクセスメモリ上に保持しておく。

【0033】負荷変動に対する応答手順は次のとおりである。燃料電池内での水素利用率は、燃料電池の燃料排ガスの燃焼により燃料ガス製造手段が必要な熱を賄うことができる熱バランス水素利用率と、燃料電池内で水素が不足する部分が発生しない最大の利用率である最大水素利用率との間の適当な利用率で運転される。

【0034】まず、要求される負荷に対して熱バランス水素利用率、最大水素利用率、熱バランス水素利用率と最大水素利用率との間の適当な水素利用率である基準水素利用率のそれぞれの場合に必要な水素流量、および、製造される水素流量を算出する。

【0035】次に、負荷に対する応答が、熱バランス水素利用率と最大水素利用率との間の利用率変化で可能か否かの判定を行う。

【0036】上記の負荷応答が上記の利用率の変化で可能な場合には、水素利用率を変化させて負荷応答するよう、燃料電池に接続されたインバータおよび燃料電池に供給される空気量の制御を行い、燃料電池の燃料排ガス中の水素流量も変化するので、燃料製造手段の燃焼器に必要な熱量を確保するために燃焼器への燃料供給量を増加させ、空気量を調節する制御を行う。

【0037】上記の利用率の変化で負荷応答が不可能な場合には、緩衝タンク内の燃料の貯蔵、放出、あるいは、蓄電手段を備える場合にはその充放電を行って負荷応答する。

【0038】製造水素量が不足する場合、燃料電池を最大水素利用率で運転し、緩衝タンク内の燃料の放出や蓄電手段の放電により負荷追従する方法、燃料電池熱バランス水素利用率で運転し、緩衝タンク内の燃料の放出や蓄電手段の放電により負荷追従する方法、あるいは、燃料電池を最大水素利用率と熱バランス水素利用率との間の適当な基準水素利用率で運転し、緩衝タンク内の燃料の放出や蓄電手段の放電により負荷追従する方法等があり、緩衝タンクの燃料貯蔵量、蓄電手段の蓄電量に応じて制御する。

【0039】以上の負荷に対する応答動作の後、燃料製造手段の応答速度に応じて、燃料電池の水素利用率および緩衝タンク内の水素貯蔵量等が基準値となるよう、燃料製造量を調節する動作を行う。このステップでは燃料電池の利用率、緩衝タンクの水素貯蔵量、および、蓄電

手段の予測蓄電量を求め、燃料製造手段の負荷応答制限範囲内で、それぞれの予測値が基準値に近づくように燃料製造手段の燃焼器への燃料供給量、空気量、反応器への燃料供給量、水供給量を制御する。

【0040】燃料製造手段の負荷応答速度を速めるために燃料製造手段の反応器へ空気を供給し、反応を水蒸気改質反応と部分酸化反応の2つを行わせる方法もある。

【0041】緩衝タンク内の水素ガス貯蔵量の基準値は、負荷増加時には燃料放出、負荷減少時には燃料を貯蔵するため、緩衝タンクの最大圧力で決定される最大燃料ガス量に対して40～85%とすることが望ましい。また、水素ガス貯蔵量の基準値は、燃料電池の発電量に応じて適当な値とすることが望ましい。即ち、燃料電池の発電量が最大に近いときは必要な水素量が増加する可能性は低く、負荷要求が低下するときに余剰燃料が生ずる可能性が高いため、緩衝タンク内の貯蔵量は少ない方が望ましく、燃料電池の発電量が小さいときは逆に貯蔵量が多い方が望ましい。

【0042】緩衝タンクを備える燃料電池システムは、蓄電手段を備えること無く急激な負荷変動に 대응することができるが、例えば、電気自動車等の用途の場合には、減速時にモータで発電を行うことで減速時のエネルギーを回収でき、エネルギー効率を高めることができる。蓄電手段を備える場合は、上記のように蓄電手段以外の燃料電池システムと連携した制御を行うことが望ましい。

【0043】燃料電池システムをコンパクトにするためには、燃料ガス製造手段の動作圧力を高めることにより、燃料ガス製造手段内の反応器、即ち改質反応器、シフト反応器、CO除去器の体積を小さくすることができる。

【0044】反応器の圧力を高めるためには、改質反応器に供給する燃料および水を液体の状態で加圧すればよいので、加圧のための補機動力増加は少ない。

【0045】一方、燃料電池の動作圧力を高めることで燃料電池の性能を高めることができるが、圧力を高めることにより性能が高くなるのは空気極側であり、空気極側のブロウを駆動する補機動力も増大するため、メリットが少ない。従って、燃料ガス製造手段の圧力を燃料電池の動作圧力よりも高くする。

【0046】燃料ガス製造手段のコンパクト化には、燃料電池との動作圧力の差は少なくとも1kg/cm²以上であることが望ましい。

【0047】燃料ガス製造手段と燃料電池との間に動作圧力の差があるため、緩衝タンクの出入り口に備える調節弁を用いて緩衝タンクの圧力を調節することで、緩衝タンク内に貯える燃料ガス量を調節することができる。従って、コンプレッサー等の昇圧手段が不要となり、補機動力によるエネルギー損失を抑制できる。

【0048】さらに、緩衝タンクを水素吸蔵合金を充填

した水素吸蔵タンクとすることで、緩衝タンク内に燃料電池の燃料極で反応する水素のみを貯蔵することができ、タンクの体積をよりコンパクトにすることができる。この水素吸蔵合金は室温、大気圧で400リットルの水素を約1リットル(10キログラム)程度にすることができる。

【0049】この場合、燃料ガス製造手段と燃料電池の動作圧力の差を用いて緩衝タンク内で水素を吸蔵／放出することができ、緩衝タンクを動作させるための補機動力を必要としない。なお、緩衝タンクの水素吸蔵／放出の速度が負荷要求の変動速度を満足する必要があり、水素吸蔵合金と燃料ガスの接触面積を大きくし、緩衝タンク内で燃料ガスが流通するときの圧力損失を小さくしなければならない。このため、緩衝タンク内の水素吸蔵合金量は緩衝タンクの容積の20～85%が望ましい。

【0050】水素吸蔵合金は、水素を放出するときに約20～30kJ/mol H₂の吸熱し、水素を吸蔵するときには逆に発熱する。水素の吸蔵、放出時の反応熱により水素吸蔵合金の温度が変化すると、水素吸蔵合金の解離圧が変化して吸蔵や放出ができなくなる。従って、水素吸蔵合金の温度変化を抑制する手段が必要である。

【0051】このため、燃料電池温度を一定にする冷媒循環系を緩衝タンク内に設けた熱交換器に接続する方法がある。冷媒循環系の循環経路を燃料電池内の熱交換部、緩衝タンク内の熱交換部、ラジエータの順とすることで、緩衝タンク内の温度を外気温の影響を受けずに、燃料電池温度に近い温度とすることができる。

【0052】緩衝タンクに用いる水素吸蔵合金は、解離圧が1～10kg/cm²の範囲で、燃料ガス中に含まれる二酸化炭素や微量の一酸化炭素により被毒されにくい合金組成であることが望ましい。こうした合金組成としては、モル分率でランタンが3%以上、かつ、ニッケルが50%以上のランタン-ニッケル系合金、ミッシュメタル-ニッケル系合金がある。

【0053】上記合金には一般的に解離圧の調節などの目的でアルミニウム、クロム、マンガン、コバルト、シリカなどの第3元素が添加されるが、本発明は、こうした第3元素の添加を妨げるものではない。

【0054】緩衝タンクは、燃料ガス製造手段と燃料電池との間に配置するが、燃料ガス製造手段と燃料電池を直接接続するバイパス配管を設置し、緩衝タンクの出入り口およびバイパス配管の調節弁を制御して、緩衝タンクの貯蔵量を調節する構造とすると、バイパス配管の無い構成よりも制御が容易になる。即ち、バイパス配管の調節弁を閉じ、緩衝タンク入口の調節弁を開き、緩衝タンク出口の調節弁の前後で、燃料ガス製造手段と燃料電池の圧力差がつくように調節すると、緩衝タンクへの貯蔵速度が最大となる。

【0055】緩衝タンク入口の調節弁を閉じ、バイパス配管の調節弁の前後で燃料ガス製造手段と燃料電池の圧

力差、および、緩衝タンク出口の調節弁の前後で緩衝タンクと燃料電池の圧力差がつくように調節すると緩衝タンクからの放出速度が最大となり、燃料ガス製造手段からも直接燃料が供給されるので、燃料電池への燃料供給速度が最大となる。

【0056】燃料ガス製造手段B1と燃料電池9の動作圧力の差は、燃料電池9の空気極へのブロウ動力として回収することができる。この場合、燃料ガス製造手段B1から燃料電池9に供給する燃料ガス量と動力が比例し、空気極が必要な空気量も燃料ガス量と比例するので、制御が容易になる。

【0057】緩衝タンク8に水素吸蔵合金を用いた場合、合金の水素吸蔵中には緩衝タンクの出口ガスの水素濃度が低く、相対的に炭酸ガスおよび一酸化炭素ガスの濃度が高くなる。

【0058】緩衝タンク8の出口から燃料ガス製造手段B1内の燃焼器17に接続する第2のバイパス配管を設置し、水素の吸蔵中には緩衝タンクの出口ガスを直接燃焼器17に導き、燃料電池9は燃料ガス製造手段B1から直接供給される燃料を用いて、水素利用率を高めることにより、緩衝タンク8より排出される低水素濃度の燃料を使用する必要がなくなる。

【0059】以上の燃料電池発電システムは、負荷変動の大きい使用方法、例えば、移動体電源、電気自動車等への適用が好ましく、燃料電池としては出力密度が高い高分子固体電解質型の燃料電池が好適である。

【0060】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。図1は、緩衝タンク8を備えた燃料電池発電システムの一例である。炭素および水素を含む化合物の燃料を、改質反応器4内で水素を含む燃料ガスに変換する燃料ガス製造手段B1、燃料ガスの供給を受けて直流発電を行う燃料電池系B2、直交変換を行い負荷に接続される電気系B3、および、燃料ガス製造手段B1と燃料電池系B2との間に設置される緩衝タンク系B4で構成される。

【0061】燃料ガス製造手段B1では、水蒸気改質器燃料用ポンプ1で燃料タンク（図示省略）から供給される燃料を、水蒸気改質器用水ポンプ2で水を燃料気化器3に送って気化させ、改質反応器4に導入する。

【0062】改質反応器4では、水蒸気改質反応により水素、一酸化炭素、二酸化炭素、水、および微量の未反応燃料ガス等の混合ガスである合成ガスが製造される。この合成ガスはシフトコンバータ5で、一酸化炭素と水蒸気を反応させて水素と二酸化炭素とし、一酸化炭素濃度約1%程度にした後、CO選択酸化器6で一酸化炭素を選択的に燃焼して二酸化炭素にする。

【0063】CO選択酸化器6には、酸化剤としてCO選択酸化器用ブロウ7により適宜空気が供給され、一酸化炭素濃度を100ppm以下の燃料ガスを製造する。

【0064】緩衝タンク系B4は、燃料ガス製造手段B1と燃料電池系B2を結ぶ配管と並列に設置され、緩衝タンク8および緩衝タンク8へ燃料ガスを充填するための緩衝タンク充填用ブロウ26、緩衝タンク8の出入り口の流量を調節する緩衝タンク入口弁18、緩衝タンク出口弁19で構成される。

【0065】燃料電池系B2は、一対の電極および両電極間に位置するプロトン導電性の電解質を有するセルを積層してなる燃料電池9、燃料電池9に導入する燃料ガスを加湿するための燃料極加湿用水ポンプ14および燃料極用加湿器15、燃料電池9に導入する空気用の燃料電池空気極用ブロウ10、該ブロウ10から供給される空気を加湿する空気極加湿用水ポンプ12および空気極用加湿器13で構成される。

【0066】電気系B3は、燃料電池9の直流出力を交流に変換する燃料電池系用インバータ51、該インバータの交流出力に接続される電気負荷52より構成される。

【0067】なお、電気系B3には、図1に示すように燃料電池系用インバータ51と並列に蓄電手段用インバータ54を設置し、二次電池等からなる蓄電手段53を接続してもよい。また、燃料電池9と蓄電手段53をDC/DCコンバータで接続し、電気負荷52と蓄電手段53を蓄電手段用インバータ54で接続する方法等もある。

【0068】燃料電池9から排出される酸化剤排ガスは復水器11で気液分離を行い、凝縮水を水蒸気改質器用水ポンプ2、空気極加湿用水ポンプ12、および、燃料極加湿用水ポンプ14への水の供給源とする。復水器11を排出されるガスは系外に放出される。

【0069】燃料電池9から排出される燃料排ガスは、燃焼器用ブロウ16から供給される空気と混合されて、燃焼器17に導かれる。燃焼器17での燃焼熱は、改質反応器4で必要な反応熱となる。改質反応器4が、必要な熱量を燃料電池9の燃料排ガスで賄うことができない場合には、燃料タンクから供給される燃料を燃焼器用燃料ポンプ20で燃焼器燃料用気化器21を経由して燃焼器17に導く。

【0070】以上の構成は各機器が別々となる必要はない。例えば、燃料製造手段B1の燃料気化器3、改質反応器4、シフトコンバータ5、CO選択酸化器6、燃焼器燃料用気化器21が一体となった燃料プロセッサ、燃料電池系B2の燃料電池9、空気極用加湿器13、燃料極用加湿器15が一体となった内部加湿燃料電池としてもよい。

【0071】以上のような構成の燃料電池発電システムを、負荷応答制御するためのコントローラC1の構成を図2に示す。

【0072】コントローラC1は、データ保存用メモリC2、プログラム保存用メモリC3、演算装置C4で構

成され、燃料電池システム内に配置した検出手段より負荷要求D1、燃料ガス製造手段B1出口水素流量D2、緩衝タンク8温度、圧力D3、蓄電手段53蓄電量D4、燃料電池系B2出口水素流量D5等のデータを入力し、燃焼器用燃料ポンプ20燃料供給量D6、燃焼器用ブロワ16空気供給量D7緩衝タンク系B4制御値D8、水蒸気改質器燃料用ポンプ1燃料供給量D9、水蒸気改質器用水ポンプ2水供給量D10、燃料電池系B2制御値D13、燃料電池系用インバータ51出力D11、および、蓄電手段用インバータ54出力D12等を出力する。

【0073】コントローラC1は、例えば、CO選択酸化器用ブロワ7の制御に関してシフトコンバータ5の出口酸化炭素流量を入力し、CO選択酸化器用ブロワ7の空気供給量を出力する等の上記項目以外の制御に関する入出力を兼ねることも可能である。また、上記項目以外の制御に関するコントローラを別途設けることもできる。

【0074】上記のコントローラC1の動作の一例をフローチャートとして、図3および図4に示す。この動作手順はプログラム保存用メモリC3に保持され、演算装置C4の動作手順となる。

【0075】基本的な手順の構成は図3の計測ステップ(SB10)、短時間に負荷変動に応じるステップ(SB20)、図4の燃料ガス製造手段の応答速度に応じて緩衝タンク内の水素貯蔵量等が基準値となるように、燃料製造量を調節するステップ(SB30)の3ステップで構成される。

【0076】上記の計測ステップ(SB10)では、燃

$$W = I \sum_{n=1}^m V_n(I, u_{H_2}, u_{O_2}, T) \quad \dots [1]$$

【0082】ここで、セルの電圧 V_n は負荷電流 I 、水素利用率 u_{H_2} 、酸素利用率 u_{O_2} 、電池温度 T の関数としているが、その他に燃料および空気の加湿量、積算の運転時間などのパラメータを加えることもできる。このと

$$f_{H_2} = \frac{m I}{2 u_{H_2} F} \quad \dots [2]$$

【0084】ここで、必要な水素のモル流量を f_{H_2} 、ファラデー定数を F とする。本実施例では酸素利用率 u_{O_2} を40%と固定し、熱バランス水素利用率 U_1 を70%、最大水素利用率 U_2 を90%として制御を行ったので、[1]式および[2]式より、各々の場合の必要な水素量 f_{H_2} が求められる。

【0085】製造されている水素量は、データ保存用メモリC2に保持された燃料ガス製造手段B1出口水素流量D2より、燃料ガス製造手段B2出口と燃料電池9間の配管容積分の到達時間を計算して求める(S20)。

【0086】図3のS30では、製造されている水素流

料電池システム内の状態を検出するための検出手段として、電気自動車の場合のアクセル開度に相当する負荷要求S2検出手段、燃料ガス製造手段B1出口の水素流量検出手段、緩衝タンク8の温度、圧力検出手段、および、燃料電池系B2の燃料排ガス中の水素流量検出手段を有す。

【0077】本実施例では蓄電手段53を備えているので、蓄電手段53の充放電容量を検出する手段も備えている。検出手段の測定結果はコントローラC1のデータ保存用メモリC3に入力(S10)され、データ保存用メモリC3には少なくとも前回、好ましくは2回以上前の測定結果を保持する。

【0078】図3において、負荷変動に応じるステップ(SB20)は次の通りである。図5に示すように、燃料電池内での水素利用率は、燃料電池の燃料排ガスの燃焼により燃料ガス製造手段が必要な熱を賄うことができる熱バランス水素利用率 U_1 と、燃料電池内で水素が不足する部分が発生しない最大の利用率である最大水素利用率 U_2 との間の適当な利用率で運転される。

【0079】まず、要求される負荷に対して熱バランス水素利用率 U_1 、最大水素利用率 U_2 、熱バランス水素利用率と最大水素利用率の間の適当な水素利用率である基準水素利用率 U_3 のそれぞれの場合に必要な水素流量、および、製造される水素流量を算出する。

【0080】上記の必要な水素量は次式[1]のようにして求められる。燃料電池9の出力を W 、積層数を m 、第 n セルの電圧を V_n とすると、

【0081】

【数1】

き、必要な水素量は次式[2]となる。

【0083】

【数2】

量と必要水素量の大小比較を行う。製造水素量が熱バランス水素利用率での水素必要量と最大水素利用率での水素必要量の範囲内であるときにはS220に、範囲外であるときにはS40に分岐する。

【0087】S210では、緩衝タンク8の燃料貯蔵量および蓄電手段53を備えているシステムでは蓄電量が基準値を満たすか否かの判断を行う。基準値を満たさない場合にはS40に、満たす場合にはS210に分岐する。

【0088】本実施例では、緩衝タンク8の燃料貯蔵量基準値として、燃料電池9の出力が最大値のときには最

大貯蔵量の10%、出力が0のときには最大貯蔵量の90%とし、燃料電池9の出力と燃料貯蔵量の基準値の関係を1次の関係として、基準範囲を基準値±10%の範囲でS210の判断条件とした。

【0089】蓄電手段53の蓄電量の基準範囲としては、燃料電池9の出力が最大値のときには最大蓄電量の20%、出力が0のときには最大蓄電量の80%とし、燃料電池9の出力と燃料貯蔵量の基準値を1次の関係として、基準範囲を基準値±20%の範囲でS210の判断条件とした。

【0090】S40では、製造水素量<最大水素利用率必要量のときは水素利用率を最大とし、製造水素量>バランス水素利用率必要量のときは水素利用率をバランス水素利用率とし、負荷要求値を満たすように緩衝タンク8および蓄電手段53を動作させるように、緩衝タンク系B4制御値(D8)、インバータ51出力(D11)、インバータ54出力(D12)、および燃料電池系B2制御値(D13)を算出する。

【0091】S250では、緩衝タンク8の貯蔵量および蓄電手段53の蓄電量と貯蔵量および蓄電量の基準値との差に応じて、緩衝タンク8への燃料の入出量、蓄電手段53の充放電量、燃料電池9の発電量を定めてインバータ51出力(D11)、インバータ54出力(D12)、緩衝タンク系B4制御値(D8)、および、燃料電池系B2制御値(D13)を算出する。このとき、燃料電池9の発電量は最大水素利用率と熱バランス水素利用率との間で運転できる制御値とする。S50ではS40あるいはS250で算出した制御値を各機器に出力する。

【0092】S230では、S220で算出した制御値を各機器に出力し、S240ではインバータ54出力(D12)および緩衝タンク系B4制御値(D8)として、蓄電手段53の充放電および緩衝タンク8への燃料の入出量が0となる制御信号を出力する。

【0093】S60では、S50あるいはS230の指示により、燃料電池9より排出される燃料排ガスの燃焼熱変化を補うために、燃焼器17に供給する燃料および空気量を調節するための制御値を算出する。即ち、燃焼器用燃料ポンプ20の制御値(D6)および燃焼器用ブロワ16の制御値(D7)を算出する。S70では、S60で算出したD6およびD7の制御値を出力する。

【0094】燃料製造量を調節するステップ(SB30)は次のとおりである。S310では、SB10で入力したシステム稼動状況D1~D5、および、SB20で出力した制御値D6~D13を元に、緩衝タンク8の水素貯蔵量および蓄電手段53の蓄電量の変化を予測する。

【0095】S320では、改質反応器4と燃焼器17との間の熱伝導度や熱容量で決定される改質器の応答速度に応じて、緩衝タンク8の水素貯蔵量および蓄電手段

53の蓄電量が基準値に近づくための燃焼器用燃料ポンプ20、燃焼器用ブロワ16、水蒸気改質器燃料用ポンプ1、および、水蒸気改質器用水ポンプ2の動作手順を算出する。

【0096】S330では、S320で算出した動作手順を制御値D6、D7、D9およびD10として出力し、負荷応答の手順を終了する。

【0097】以上の動作を行うコントローラを、図1の3kW燃料電池システムに適用して負荷応答性の試験を行った。

【0098】100msでの負荷応答を得るために、図3および図4の負荷応答手順を100ms毎に動作させた結果、緩衝タンク8の水素貯蔵量および蓄電手段53の蓄電量が過不足なく、負荷応答が可能であった。

【0099】改質器の動作を100ms間隔で制御する必要がないことから、図6に示す手順により、Nmaxを10とし、SB10およびSB20の制御を100ms間隔、SB30を1s間隔で制御する負荷応答性試験を行った場合にも、緩衝タンク8の水素貯蔵量および蓄電手段53の蓄電量が過不足なく、負荷応答が可能であった。

【0100】図7は、図1の構成の緩衝タンク充填用ブロワ26を省略した構成を示す。燃料ガス製造手段B1の動作圧力を燃料電池系B2より高め、燃料ガス製造手段B1と燃料電池系B2の圧力差により緩衝タンク系B4を動作させる。即ち、緩衝タンク8への燃料充填時には緩衝タンク入口弁18を開にし、緩衝タンク出口弁19を絞ることで、緩衝タンク8の圧力を燃料ガス製造手段B1の圧力に近づける。緩衝タンク8からの燃料放出時には逆に緩衝タンク入口弁18を絞り、緩衝タンク出口弁19を開にする。

【0101】本実施例では、燃料電池系B2の動作圧力を0kg/cm²G(大気圧)、燃料ガス製造手段B1の動作圧力を5kg/cm²Gとし、LaNi_{4.7}Al_{0.3}合金を80%の体積率で充填した水素吸蔵合金タンクを用いた。

【0102】3kWの燃料電池に対して、緩衝タンク8として0.1リットルの水素吸蔵合金タンクを適用したところ、負荷応答性制御時に緩衝タンク8の容量範囲内で制御可能であった。

【0103】このとき、水素吸蔵合金タンクを用いた緩衝タンク8の温度制御のため、図8に示す冷却水ポンプ41、燃料電池内の熱交換部42、および、ラジエータ44で構成される冷却系内に、緩衝タンク内の熱交換部43を備えた構成とし、緩衝タンク8の温度を燃料電池9の運転温度とほぼ等しい約75℃とした。

【0104】緩衝タンク8の燃料充填および放出の制御を容易にするため、図7に示した構成の緩衝タンク8の出入口を連結する緩衝タンクバイパス配管22を備えた構成を図9に示す。

【0105】緩衝タンクバイパス配管 22 は、緩衝タンクバイパス弁 23 を備えている。緩衝タンク 8 に燃料を充填する場合には、緩衝タンク入口弁 18 を開にし、緩衝タンクバイパス弁 23 および緩衝タンク出口弁 19 の開度を調節する。緩衝タンク 8 から燃料を放出する場合には、緩衝タンク入口弁 18 を閉にし、緩衝タンクバイパス弁 23 および緩衝タンク出口弁 19 の開度を調節する。緩衝タンク 8 の燃料の出入りを遮断する場合には、緩衝タンク入口弁 18 および緩衝タンク出口弁 19 を閉にし、緩衝タンクバイパス弁 19 の開度を調節する。

【0106】図 10 は、燃料ガス製造手段 B1 と燃料電池系 B2 の圧力差を動力として回収する構成を示すものである。緩衝タンクバイパス配管 22 に膨張タービン 23' および緩衝タンクバイパス弁 23 を備え、膨張タービン 23' の動力で動力回収ブロウ 10' を駆動する構成である。

【0107】図 11 は、図 10 の構成に加えて、緩衝タンク 8 出口から燃料ガス製造手段 B1 内の燃焼器 17 に接続する燃料電池系バイパス配管 24、および、燃料電池系バイパス配管 24 上に燃料電池系バイパス弁 25 を設置した。

【0108】水素吸蔵合金を用いた緩衝タンク 8 に水素を吸蔵する場合には、緩衝タンク出口弁 19 を閉にし、燃料電池系バイパス弁 25 を調節して、緩衝タンク 8 出口ガスを直接燃焼器 17 に導く。緩衝タンク 8 に燃料を充填する場合には、燃料電池バイパス弁 25 および緩衝タンク入口弁 18 を閉にし、緩衝タンクバイパス弁 23 および緩衝タンク出口弁 19 の開度を調節して、燃料電池 8 に燃料を供給する。

【0109】緩衝タンク出口ガスを直接燃焼器 17 に導き、燃料電池 9 は燃料ガス製造手段 B1 から直接供給される燃料を用いて水素利用率を高めることにより、緩衝タンク 8 より排出される低水素濃度の燃料を使用する必要がある。

【0110】

【発明の効果】本発明の負荷応答制御と燃料製造量制御を分け、負荷量に応じて緩衝タンク 8 に充填する燃料の量の基準値を設ける制御によれば、最小限の緩衝タンク 8 の容量で燃料の過不足なしに負荷応答が可能である。

【0111】また、燃料ガス製造手段 B1 の動作圧力を、燃料電池系 B2 の動作圧力より高め、圧力差により緩衝タンク系 B4 を制御することにより、緩衝タンク充填用ブロウ 26 が不要となると共に、燃料ガス製造手段 B1 の動作圧力が高くなり、コンパクトになるため、高出力密度の燃料電池発電システムが構成できる。

【0112】即ち、小容量の緩衝タンクで負荷応答が可能になると共に、燃料ガス製造手段の動作圧力を高めることで燃料ガス製造手段のコンパクト化、燃料ガス製造手段の動作圧力と燃料電池に圧力差を設けることで、緩

衝タンクに燃料を充填するためのブロウを省略でき、急激な負荷変動に応答可能な燃料電池発電システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】緩衝タンクを備えている燃料電池システムの従来構成図である。

【図 2】燃料電池システムのコントローラの入出力を示すブロック図である。

【図 3】負荷応答制御の計測ステップおよび短時間に負荷変動に応じるステップを示すフローチャートである。

【図 4】負荷応答制御の燃料製造量を調節するステップを示すフローチャートである。

【図 5】燃料電池の単電池電圧の水素利用率依存性を示す図である。

【図 6】負荷応答制御の第 2 の手順を示すフローチャートである。

【図 7】本発明の燃料電池システムを示す第 1 の構成図である。

【図 8】本発明の水素吸蔵合金タンクの温度制御法を示す構成図である。

【図 9】本発明の燃料電池システムを示す第 2 の構成図である。

【図 10】本発明の燃料電池システムを示す第 3 の構成図である。

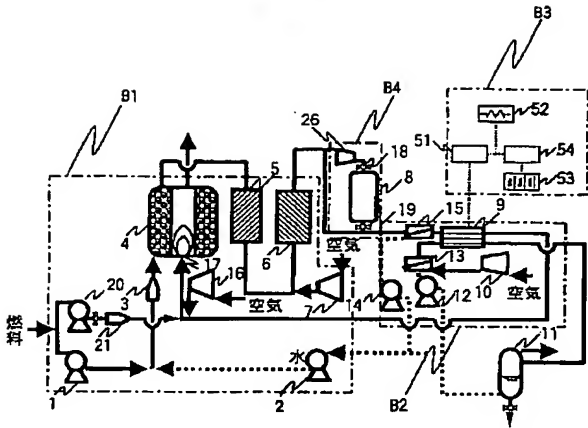
【図 11】本発明の燃料電池システムを示す第 4 の構成図である。

【符号の説明】

1…水蒸気改質器燃料用ポンプ、2…水蒸気改質器用水ポンプ、3…燃料気化器、4…改質反応器、5…シフトコンバータ、6…CO選択酸化器、7…CO選択酸化器用ブロウ、8…緩衝タンク、9…燃料電池、10…燃料電池空気極用ブロウ、10'…動力回収ブロウ、11…復水器、12…空気極加湿用水ポンプ、13…空気極加湿器、14…燃料極加湿用水ポンプ、15…燃料極加湿器、16…燃焼器用ブロウ、17…燃焼器、18…緩衝タンク入口弁、19…緩衝タンク出口弁、20…燃焼器用燃料ポンプ、21…燃焼器燃料用気化器、22…緩衝タンクバイパス配管、23…緩衝タンクバイパス弁、23'…膨張タービン、24…燃料電池系バイパス配管、25…燃料電池系バイパス弁、26…緩衝タンク充填用ブロウ、41…冷却水ポンプ、42…燃料電池内の熱交換部、43…緩衝タンク内の熱交換部、44…ラジエータ、51…燃料電池系用インバータ、52…電気負荷、53…蓄電手段、54…蓄電手段用インバータ、B1…燃料ガス製造手段、B2…燃料電池系、B3…電気系、B4…緩衝タンク系、C1…コントローラ、C2…データ保存用メモリ、C3…プログラム保存用メモリ、C4…演算装置。

【図1】

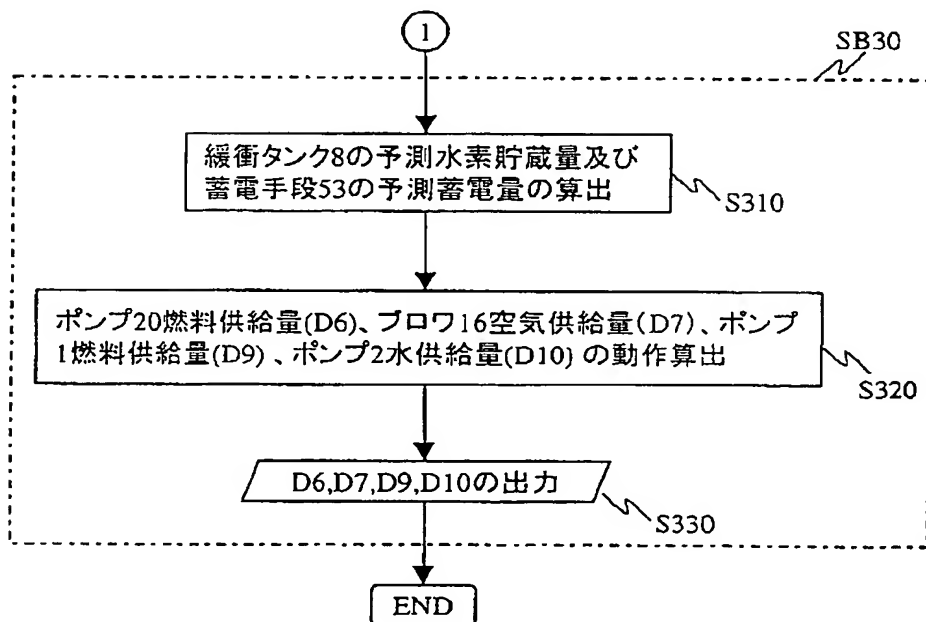
図 1



- 1…水蒸気改質器燃料用ポンプ 2…水蒸気改質器用水ポンプ
 3…燃料気化器 4…改質反応器 5…シフトコンバータ
 6…CO選択酸化器 7…CO選択酸化器用ブロワ 8…緩衝タンク
 9…燃料電池 10…燃料電池空気極用ブロワ 11…復水器
 12…空気極加湿用水ポンプ 13…空気極用加湿器
 14…燃料極加湿用水ポンプ 15…燃料極用加湿器
 16…燃焼器用ブロワ 17…燃焼器 18…緩衝タンク入口弁
 19…緩衝タンク出口弁 20…燃焼器用燃料ポンプ
 21…燃焼器燃料用気化器 26…緩衝タンク充填用ブロワ
 51…燃料電池系用インバータ 52…電気負荷 53…蓄電手段
 54…蓄電手段用インバータ B1…燃料ガス製造手段
 B2…燃料電池系 B3…電気系 B4…緩衝タンク系

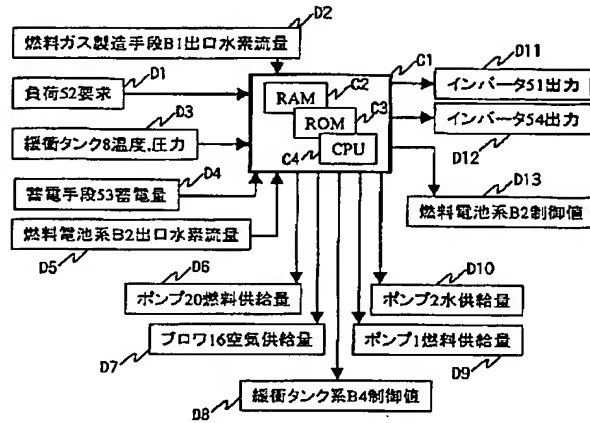
【図4】

図 4



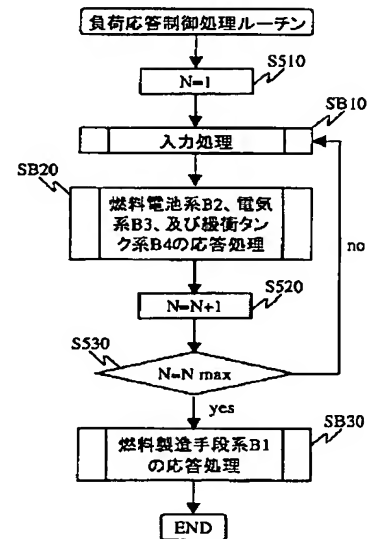
【図2】

図 2



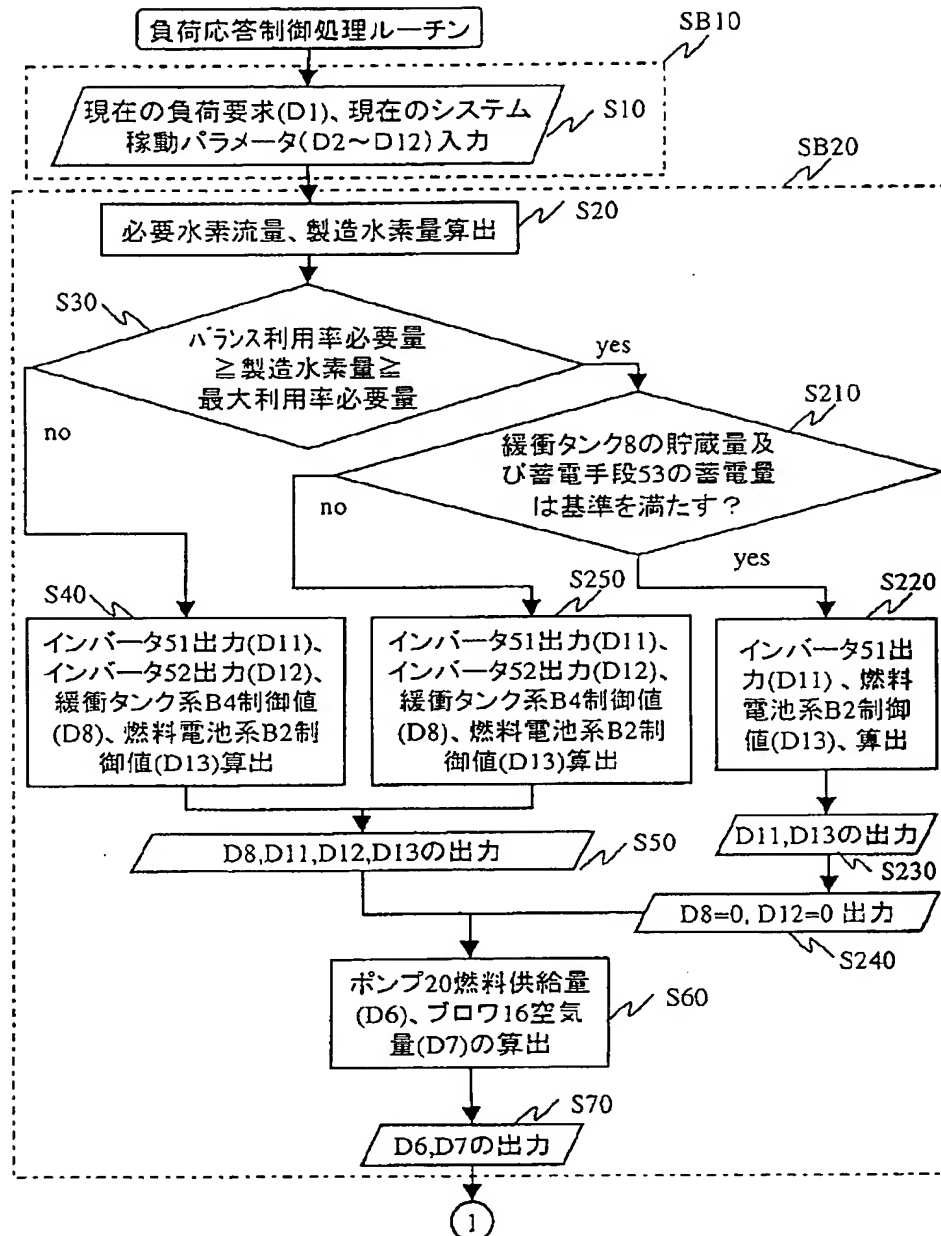
【図6】

図 6



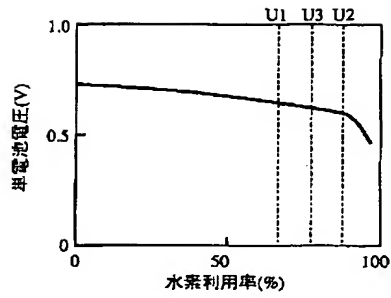
【図3】

図 3



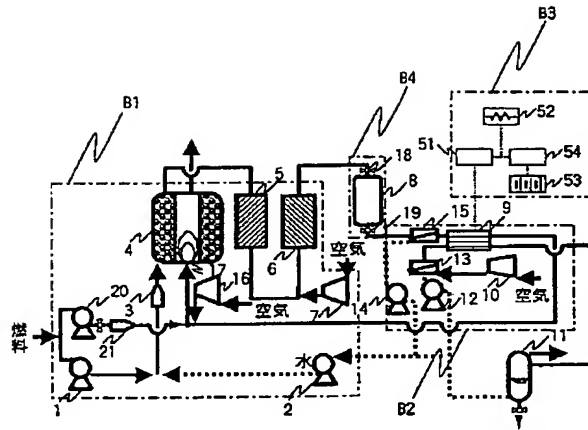
【図5】

図 5



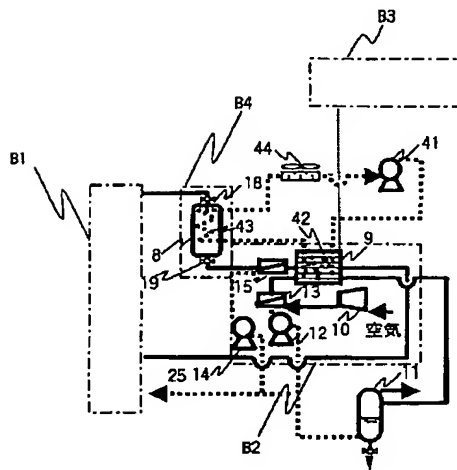
【図7】

図 7



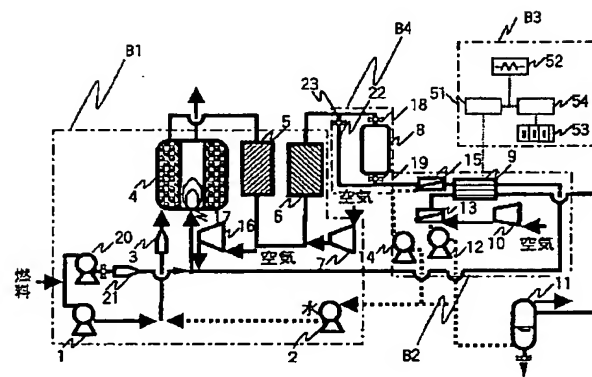
【図8】

図 8



【図9】

図 9

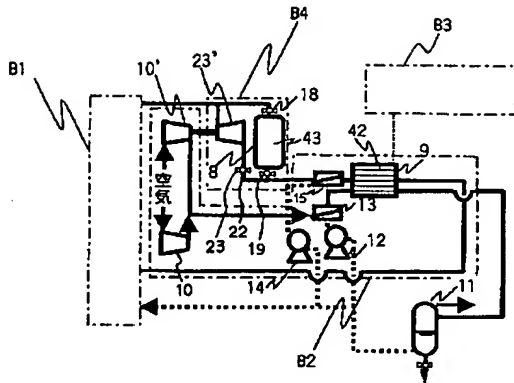


22…緩衝タンクバイパス配管 23…緩衝タンクバイパス弁

25…燃料電池系バイパス弁 41…冷却水ポンプ
42…燃料電池内の熱交換部 43…緩衝タンク内の熱交換部
44…ラジエータ

【図10】

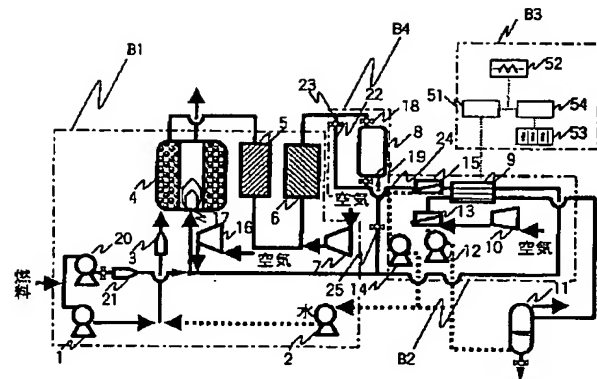
図 10



10…動力回収ブロワ 23…膨張タービン

【図11】

図 11



24…燃料電池系バイパス配管

【手続補正書】

【提出日】平成12年3月16日（2000. 3. 16）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 燃料電池発電システムおよびその制御方法

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭素および水素を含む化合物の燃料を改質反応器内で水素を含む燃料ガスに変換する燃料ガス製造手段と、一対の電極と該電極間に配置したイオン導電性の電解質を含むセルを積層した燃料電池と、前記燃料ガス製造手段と前記燃料電池の間に燃料ガスを貯える緩衝タンクを設け、燃料電池の燃料として燃料ガス製造手段で製造した燃料ガスを用いて発電し、インバータを介して負荷と接続される燃料電池発電システムにおいて、前記燃料ガス製造手段の出口の燃料ガス圧力が前記燃料電池の動作圧力より高く、前記燃料ガス製造手段の出口圧力と前記燃料電池の動作圧力の圧力差を用いて、前記緩衝タンクに貯える燃料ガス量を調節することを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項2】 前記燃料ガス製造手段の出口の燃料ガス

圧力が前記燃料電池の動作圧力より1 k g / c m² 以上高い請求項1に記載の燃料電池発電システム。

【請求項3】 炭素および水素を含む化合物の燃料を改質反応器内で水素を含む燃料ガスに変換する燃料ガス製造手段と、一対の電極と該電極間に配置したプロトン導電性の電解質を含むセルを積層した燃料電池と、前記燃料ガス製造手段と前記燃料電池の間に燃料ガスを貯える緩衝タンクを設け、燃料電池の燃料として燃料ガス製造手段で製造した燃料ガスを用いて発電し、インバータを介して負荷と接続され、システム内の状況を検出する検出手段、検出した結果を用いてシステム動作を決定するコントローラ、および、該コントローラの指示に基づきシステム内の動作を調節する調節器を備えた燃料電池発電システムの制御方法において、

前記検出手段として、負荷要求検出手段、前記緩衝タンクの圧力検出手段、前記燃料ガス製造手段の出口水素流量検出手段、および、燃料電池の出口水素流量検出手段を有し、

前記調節器として前記燃料ガス製造手段への燃料、水および空気の供給量を制御する供給量制御バルブ、前記緩衝タンクの出入口に緩衝タンク制御バルブおよび前記インバータを有し、

前記負荷要求検出手段からの負荷要求に応じて、前記燃料電池が燃料不足とならない範囲内で負荷追従するように、前記インバータを制御し、前記供給量制御バルブおよび前記緩衝タンク制御バルブの制御値を変化させない場合の前記燃料電池の動作並びに緩衝タンク制御バルブの制御値を、前記インバータの制御値に合わせて前記緩衝タンク内の燃料ガス量を調節した場合の所定時間後の

前記緩衝タンクに貯えられる燃料ガス量を予測し、
該緩衝タンクに貯える燃料ガス量の基準値に近づくよう
に前記燃料ガス製造手段への前記供給量制御バルブへ制
御信号を送る前記コントローラを設けたことを特徴とす
る燃料電池発電システムの制御方法。

【請求項4】 負荷要求量に応じて前記緩衝タンクに貯
える燃料ガス量の基準値を定める請求項3に記載の燃料
電池発電システムの制御方法。

【請求項5】 前記緩衝タンクに貯える燃料ガス量の基
準値が、前記緩衝タンクに貯えられる最大燃料ガス量の
40～85容量%である請求項3に記載の燃料電池発電
システムの制御方法。

【請求項6】 蓄電量を検出する手段を有する蓄電手段
が第2のインバータを備え、前記蓄電量を前記コントロ
ーラへの入力に際し、前記第2のインバータへの制御信
号を該コントローラの出力に加えるよう構成し、
負荷応答の第1ステップとして、前記負荷要求検出手段
の負荷変動要求に対して前記第2のインバータを制御し
て応答し、所定時間後の蓄電量を予測し、
第2ステップとして、前記緩衝タンク制御バルブを動作
させて燃料ガス量を制御し前記燃料電池の発電量を調節
すると共に、前記第2のインバータへの制御値を前記燃
料電池の発電量との和が前記負荷変動要求値となるよう
調節し、
第3ステップとして、前記蓄電手段に貯える蓄電量およ
び前記緩衝タンクに蓄える燃料量がそれぞれ基準値に近
づくように、前記燃料ガス製造手段の供給量制御バルブ
へ制御信号を送るコントローラを設けた請求項3に記載

の燃料電池発電システムの制御方法。

【請求項7】 前記緩衝タンクの入口と出口を接続する
バイパス配管を設け、前記燃料ガス製造手段の出口の燃
料ガス圧力と、前記燃料電池の動作圧力との差を動力と
して回収し、該動力により前記燃料電池の空気極に空気
を送る請求項4に記載の燃料電池発電システムの制御方
法。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0068

【補正方法】変更

【補正内容】

【0068】燃料電池9から排出される酸化剤排ガスは
復水器11で気液分離を行い、凝縮水を水蒸気改質器用
水ポンプ2、空気極加湿用水ポンプ12、および、燃料
極加湿用水ポンプ14への水の供給源とする。復水器1
1より排出されるガスは系外に放出される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0077

【補正方法】変更

【補正内容】

【0077】本実施例では蓄電手段53を備えているの
で、蓄電手段53の充放電容量を検出する手段も備えて
いる。検出手段の測定結果はコントローラC1のデータ
保存用メモリC2に入力（S10）され、データ保存用
メモリC2には少なくとも前回、好ましくは2回以上前
の測定結果を保持する。

フロントページの続き

(72)発明者 今橋 甚一
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 加茂 友一
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内

Fターム(参考) 5H027 AA06 BA01 BA09 BA13 BA14
BA16 BA17 DD03 KK01 KK21
KK26 KK51 KK52 MM01 MM12
MM27